

Investitor:

**DRŽAVNI URED ZA REVIZIJU**  
**Tkalčićeva 19, Zagreb**  
**OIB: 55448281176**

Građevina:

**POSLOVNA ZGRADA**

Lokacija građevine:

**Tkalčićeva 19, Zagreb**  
**k.č.br. 1660, k.o. Centar**

Zajednička oznaka projekta:

**31/05-23-PCO**

Broj projekta:

**31/05-23**

Redni broj mape:

**MAPA 1**

Naziv projekta:

**PROJEKT OBNOVE ZGRADE ZA CJELOVITU OBNOVU  
ZGRADE**

Sukladno Zakonu o obnovi zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije ("Narodne novine" broj 102/20, 10/21, 117/21)

Naziv projektiranog dijela zgrade:

**PROJEKT POJAČANJA KONSTRUKCIJE**

Strukovna odrednica mape:

**MAPA 1 - GRAĐEVINSKI PROJEKT -  
PROJEKT POJAČANJA KONSTRUKCIJE**

Glavni projektant:

**Krešimir Tarnik, dipl.ing.građ. br. ovl. G 3556**

Projektant konstrukcije:

**Krešimir Tarnik, dipl.ing.građ. br. ovl. G 3556**

Projektant suradnik:

**Valentino Obajdin, mag.ing.aedif.**  
**Monika Bukač, mag.ing.aedif.**

Mjesto i datum:

Zagreb, svibanj 2023.

Investitor: **DRŽAVNI URED ZA REVIZIJU**  
Tkalčićeva 19, Zagreb  
OIB: 55448281176

Građevina: **Poslovna zgrada**

Lokacija građevine: **Tkalčićeva 19, Zagreb**  
**k.č.br. 1660, k.o. Centar**

Naziv projekta : **PROJEKT OBNOVE ZGRADE ZA CJELOVITU OBNOVU ZGRADE**

Strukovna odrednica mape: **MAPA 1 - GRAĐEVINSKI PROJEKT - PROJEKT POJAČANJA  
KONSTRUKCIJE**

Naziv projektiranog dijela: **PROJEKT POJAČANJA KONSTRUKCIJE**

Broj projekta: **31/05-23**

Zajednička oznaka projekta.: **31/05-23-PCO**

## **OVJERA REVIDENTA**

**GLEDE ANALIZE ISPUNJAVANJA TEMELJNOG ZAHTJEVA MEHANIČKE  
OTPORNOSTI I STABILNOSTI I POTRESNE OTPORNOSTI POSTOJEĆE  
KONSTRUKCIJE**

Investitor: **DRŽAVNI URED ZA REVIZIJU**  
Tkalčićeva 19, Zagreb  
OIB: 55448281176

Građevina: **Poslovna zgrada**

Lokacija građevine: **Tkalčićeva 19, Zagreb**  
**k.č.br. 1660, k.o. Centar**

Naziv projekta : **PROJEKT OBNOVE ZGRADE ZA CJELOVITU OBNOVU ZGRADE**

Strukovna odrednica mape: **MAPA 1 - GRAĐEVINSKI PROJEKT - PROJEKT POJAČANJA  
KONSTRUKCIJE**

Naziv projektiranog dijela: **PROJEKT POJAČANJA KONSTRUKCIJE**

Broj projekta: **31/05-23**

Zajednička oznaka projekta.: **31/05-23-PCO**

## **POPIS MAPA PROJEKTA ZAJEDNIČKE OZNAKE 31/05-23-PCO**

### **M1 GRAĐEVINSKI PROJEKT - PROJEKT POJAČANJA KONSTRUKCIJE TD 31/05-23**

Projektantska tvrtka: U.O.I.G. Krešimir Tarnik  
Sjedište: Zagreb, Vinjica 29  
Ured: Zagreb, Zagrebačka 143A  
Projektant: Krešimir Tarnik, dipl.ing.građ.  
Broj i vrsta ovlaštenja: G 3556, ovlašteni inženjer

### **M2 ARHITEKTONSKI PROJEKT TD 04/23-PCO-A**

Projektantska tvrtka: ANICET d.o.o.  
Sjedište: Zagreb, Zelenjak 76  
Ured: Zagreb, Zelenjak 76  
Projektantica: Dora Luetić, m.i.a.  
Broj i vrsta ovlaštenja: A 4465, ovlašteni arhitekt

### **M3 ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT - PROJEKT ELEKTROINSTALACIJA TD 2300/103-E**

Projektantska tvrtka: ELEKTRO PROJEKT d.o.o.  
Sjedište: Zagrebačka 89, Varaždin  
Ured: Zagrebačka 89, Varaždin  
Projektant: Josip Kolenko, dipl.ing.el.  
Broj i vrsta ovlaštenja: E 728, ovlašteni inženjer

### **M4 ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT - PROJEKT VATRODOJAVE TD 2300/103-V**

Projektantska tvrtka: ELEKTRO PROJEKT d.o.o.  
Sjedište: Zagrebačka 89, Varaždin  
Ured: Zagrebačka 89, Varaždin  
Projektant: Josip Kolenko, dipl.ing.el.  
Broj i vrsta ovlaštenja: E 728, ovlašteni inženjer

**M5 PROJEKT STROJARSKIH INSTALACIJA - GRIJANJE I VENTILACIJA TD 384/2021\_S**

Projektantska tvrtka: ECO PROJEKT .d.o.o.  
Sjedište: Duga ulica 35, Varaždinske Toplice  
Ured: Duga ulica 3,5 Varaždinske Toplice  
Projektant: Zoran Bahunek, dipl.ing.stroj.  
Broj i vrsta ovlaštenja: S 1699, ovlaštenu inženjer

**M6 STROJARSKI PROJEKT - PROJEKT VERTIKALNOG TRANSPORTA PPN 5739/23**

Projektantska tvrtka: PPN PROJEKT d.o.o.  
Sjedište: Zagreb, Gustava Krkleca 14  
Ured: Zagreb, Gustava Krkleca 14  
Projektant: Rok Pietri, mag.ing.nav.arch.  
Broj i vrsta ovlaštenja: S 1355, ovlaštenu inženjer

**M7 PROJEKT VODOVODA I ODVODNJE TD 31VIK/05-23**

Projektantska tvrtka: U.O.I.G. Krešimir Tarnik  
Sjedište: Zagreb, Vinjica 29  
Ured: Zagreb, Zagrebačka 143A  
Projektant: Krešimir Tarnik, dipl.ing.građ.  
Broj i vrsta ovlaštenja: G 3556, ovlaštenu inženjer

**M8 ARHITEKTONSKI PROJEKT – PROJEKT ZGRADE  
U ODNOSU NA RACIONALNU UPORABU ENERGIJE I  
TOPLINSKU ZAŠTITU I PRIKAZ MJERA ZAŠTITE OD BUKE TD 04/23-PCO-F**

Projektantska tvrtka: ANICET d.o.o.  
Sjedište: Zagreb, Zelenjak 76  
Ured: Zagreb, Zelenjak 76  
Projektantica: Dora Luetić, m.i.a.  
Broj i vrsta ovlaštenja: A 4465, ovlaštenu arhitekt

**Elaborati koji su prethodili izradi projekta cjelovite obnove:**

**ELABORAT GEOTEHNIČKIH ISTRAŽNIH RADOVA TD 08/23**

Projektantska tvrtka: PROFELIS d.o.o.  
Sjedište: Zagreb, Huzjanova 10  
Ured: Zagreb, Huzjanova 10  
Projektant: Mirko Petković, mag.ing.aedif.  
Broj i vrsta ovlaštenja: G 4435, ovlaštenu inženjer

**ELABORAT KONZERVATORSKO RESTAURATORSKIH ISTRAŽIVANJA**

Projektantska tvrtka: STUDIO OEL d.o.o.  
Sjedište: Zagreb, Prilaz Đure Deželića 65  
Ured: Zagreb, Prilaz Đure Deželića 65  
Izradio: Vinko Pešorda, akademski kipar

<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

Naslovna stranica .....	1
Stranica za ovjeru projekta .....	2
Sadržaj.....	3
<b>I. OPĆI DIO PROJEKTA.....</b>	<b>8</b>
<b>1.1 Rješenje o osnivanju ureda .....</b>	<b>9</b>
<b>1.2 Potvrda o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva .....</b>	<b>12</b>
<b>1.3 Dopuštenje za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara ..</b>	<b>13</b>
<b>1.4 Rješenje o imenovanju projektanta .....</b>	<b>15</b>
<b>1.5 Izvod iz katastarskog plana za predmetnu građevinu.....</b>	<b>16</b>
<b>1.6 Prijepis posjedovnog lista .....</b>	<b>17</b>
<b>1.7 Uporabna dozvola .....</b>	<b>18</b>
<b>II. TEHNIČKI DIO .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 Projektni zadatak .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2 Lokacija građevine .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3 Tehnički opis postojeće konstrukcije.....</b>	<b>22</b>
<b>2.4 Tehnički opis sanacije .....</b>	<b>26</b>
2.4.1 Opis konstrukcijskih zahvata.....	29
<b>2.5 Kvaliteta materijala.....</b>	<b>34</b>
<b>2.6 Opterećenje.....</b>	<b>34</b>
<b>2.7 Način proračuna .....</b>	<b>Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.</b>
<b>2.8 Zakoni, propisi, norme, literatura.....</b>	<b>36</b>
<b>2.9 Prikaz oštećenja konstrukcije građevine .....</b>	<b>38</b>
2.9.1 Općenito .....	38
2.9.2 Oštećenja nosivih konstrukcija.....	41
2.9.3 Oštećenja nenosivih dijelova građevine.....	41
2.9.4 Analiza stanja i mišljenje o razlozima nastanka pukotina .....	41
2.9.5 Naputci za dodatne mjere zaštite .....	<b>Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.</b>
2.9.6 Mapiranje oštećenja s fotodokumentacijom .....	43
<b>III. ANALIZA ISPUNJAVANJA TEMELJNOG ZAHTJEVA MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI ZA POSTOJEĆE STANJE .....</b>	<b>64</b>
<b>3.1 Analiza opterećenja.....</b>	<b>65</b>
<b>3.2 Proračun potresnog opterećenja .....</b>	<b>73</b>
3.2.1 Izračun prvog perioda konstrukcije.....	73
3.2.2 Izračun ordinate proračunskog spektra odziva .....	73

<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

3.2.3	Vrijednosti parametara koje opisuju preporučeni spektar odziva tipa 1 .....	73
3.2.4	Vrijednosti parametara koje opisuju preporučeni spektar odziva tipa 2 .....	74
<b>3.3</b>	<b>Procjena potresne otpornosti zgrade za postojeće stanje .....</b>	<b>77</b>
3.3.1	Izvorni nedostaci konstrukcija zgrada .....	77
<b>3.4</b>	<b>Analiza potresne otpornosti postojeće građevine.....</b>	<b>81</b>
<b>3.5</b>	<b>Elaborirana ocjena postojećega stanja građevinske konstrukcije kojom se ocjenjuje je li oštećena zgrada uopće pogodna za obnovu .....</b>	<b>82</b>
<b>3.6</b>	<b>Program potrebnih istražnih radova i ispitivanja konstrukcije .....</b>	<b>83</b>
<b>3.7</b>	<b>Rezultati sondiranja konstrukcije .....</b>	<b>84</b>
<b>3.8</b>	<b>Ispitivanje tla u zoni oštećenih zgrada .....</b>	<b>107</b>
3.8.1	Preliminarni rezultati analize tla.....	118
3.8.2	Rezultati sondiranja tla .....	124
3.8.3	Idejno rješenje sanacije tla .....	127
<b>IV. DOKAZ O ISPUNJAVANJU TEMELJNOG ZAHTJEVA MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI NAKON OBNOVE ZGRADE .....</b>		
<b>4.1 Proračun krovišta .....</b>		<b>129</b>
4.1.1	Analiza opterećenja .....	129
4.1.2	Proračun krovišta u prostornom modelu .....	134
4.1.3	Proračun otpornosti na požar .....	151
4.1.4	Proračun elemenata krovišta u ravninskom modelu .....	162
4.1.5	Dvostrešno krovište.....	168
<b>4.2 Proračun ojačanja horizontalne konstrukcije .....</b>		<b>172</b>
4.2.1	Analiza opterećenja.....	172
4.2.2	Proračun spregnutih nosača stropne konstrukcije 2. i 1.kata – POZ 400 i POZ 300.....	175
4.2.3	Proračun spregnutih nosača stropne konstrukcije prizemlja i podruma - POZ 200 i 100	182
4.2.4	Proračun nove AB stropne ploče potkrovlja - POZ 600 .....	183
4.2.5	Proračun nove temeljne ploče.....	193
<b>4.3 Proračun ojačanja vertikalne konstrukcije.....</b>		<b>207</b>
4.3.1	Prikaz ulaznih podataka .....	207
4.3.2	Prikaz opterećenja.....	214
4.3.3	Modalna analiza konstrukcije .....	258
4.3.4	Seizmički proračun .....	262
4.3.5	Proračun ojačanja postojeće vertikalne konstrukcije .....	265
4.3.6	Proračun novih AB zidova .....	272
<b>4.4 Proračun stubišta .....</b>		<b>287</b>
<b>4.5 Prikaz primjerenih mjera zaštite od požara.....</b>		<b>296</b>
4.5.1	Podskupina prema zahtjevnosti zaštite od požara (ZPS) .....	296
4.5.2	Zahtjevana otpornost na požar građevinskih konstrukcija .....	297
4.5.3	Dokazivanje otpornosti na požar građevinskih konstrukcija .....	301
<b>4.6 Zaključak i ocjena potresne otpornosti zgrade.....</b>		<b>305</b>
<b>4.7 Mogućnosti i uvjeti uporabe dijelova zgrade prije dovršetka obnove... </b>		<b>305</b>

<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

<b>4.8</b>	<b>Posebni tehnički uvjeti obnove i gospodarenje otpadom .....</b>	<b>305</b>
<b>4.9</b>	<b>Program kontrole i osiguranja kvalitete .....</b>	<b>307</b>
4.9.1	Opći podaci i definicije.....	307
4.9.2	Primjena općih tehničkih uvjeta.....	307
4.9.3	Armatura i ugradnja armature .....	312
4.9.4	Betoniranje .....	313
4.9.5	Čelična konstrukcija .....	317
4.9.6	Drvena konstrukcija .....	319
4.9.7	Zidarski radovi .....	321
4.9.8	Nadzor .....	322
4.9.9	Mjere u slučaju nesukladnosti .....	324
<b>4.10</b>	<b>Procjena troškova obnove.....</b>	<b>325</b>
<b>V.</b>	<b>GRAFIČKI DIO - DETALJI IZVOĐENJA POJAČANJA KONSTRUKCIJE.....</b>	<b>703</b>

Investitor: **DRŽAVNI URED ZA REVIZIJU**  
Tkalčićeva 19, Zagreb  
OIB: 55448281176

Građevina: **Poslovna zgrada**

Lokacija građevine: **Tkalčićeva 19, Zagreb**  
**k.č.br. 1660, k.o. Centar**

Naziv projekta : **PROJEKT OBNOVE ZGRADE ZA CJELOVITU OBNOVU ZGRADE**

Strukovna odrednica mape: **MAPA 1 - GRAĐEVINSKI PROJEKT - PROJEKT POJAČANJA  
KONSTRUKCIJE**

Naziv projektiranog dijela: **PROJEKT POJAČANJA KONSTRUKCIJE**

Broj projekta: **31/05-23**

Zajednička oznaka projekta:: **31/05-23-PCO**

## I. OPĆI DIO PROJEKTA



## 1.1 Rješenje o osnivanju ureda



### REPUBLIKA HRVATSKA

#### HRVATSKA KOMORA ARHITEKATA I INŽENJERA U GRADITELJSTVU

Klasa: UP/I-311-01/07-01/545  
Urbroj: 314-02-07-2  
Zagreb, 21. rujna 2007. godine

Na temelju članka 24. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu (Narodne novine, broj 47/98), a u svezi s člancima 50. i 52. Zakona o gradnji (Narodne novine, broj 175/03 i 100/04), rješavajući po zahtjevu koji je podnio KREŠIMIR TARNIK, dipl.ing.građ., ZAGREB, VIŠNJICA 29, za upis u Upisnik ureda za samostalno obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu, predsjednik Komore donosi

### RJEŠENJE

o osnivanju Ureda za samostalno obavljanje poslova  
projektiranja i stručnog nadzora građenja  
ovlaštenog inženjera građevinarstva

1. U Upisnik ureda za samostalno obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu, upisuje se Ured za samostalno obavljanje poslova projektiranja i stručnog nadzora građenja ovlaštenog inženjera građevinarstva KREŠIMIR TARNIK, dipl.ing.građ., ZAGREB, pod rednim brojem **545**, s danom upisa **01.10.2007.** godine.
2. Ured za samostalno obavljanje poslova projektiranja i stručnog nadzora građenja ovlaštenog inženjera građevinarstva KREŠIMIR TARNIK, dipl.ing.građ., ZAGREB, osniva se danom upisa u Upisnik ureda za samostalno obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a s radom započinje **01.10.2007.** godine.
3. Poslovno sjedište *Ureda za samostalno obavljanje poslova projektiranja i stručnog nadzora građenja ovlaštenog inženjera građevinarstva* KREŠIMIR TARNIK, dipl.ing.građ., je na adresi **ZAGREB, Višnjica 29.**
4. Ured mora imati natpisnu ploču koja se postavlja pored ulaza u zgradu u kojoj je smješten ured. Naziv ureda ispisuje se na natpisnoj ploči četverokutnog oblika, širine 50 cm i visine 30 cm, u materijalu eloksirani aluminij sa folijom. Logotip (znak) Komore tiska se u foliji u dvije boje na svijetlo sivoj podlozi. Tekst natpisne ploče mora biti tiskan u srebrno sivoj boji na antracit podlozi, a tip slova je helvetica.
5. Komora izdaje natpisnu ploču, a KREŠIMIR TARNIK, dipl.ing.građ. snosi trošak korištenja natpisne ploče, koji jednokratno uplaćuje u korist osnovnog računa Komore.
6. Matični broj Ureda: **80370225**
7. Šifra djelatnosti Ureda je: **74.20.0 - Arhitektonske djelatnosti i inženjerstvo te s njima povezano tehničko savjetovanje.**

8. Skraćeni naziv Ureda je: **URED OVLAŠTENOG INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA  
TARNIK KREŠIMIR**

### Obrazloženje

KREŠIMIR TARNIK, dipl.ing.građ., podnio je Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu aktom od 20.09.2007. godine, Zahtjev za osnivanje Ureda za samostalno obavljanje poslova projektiranja i stručnog nadzora građenja ovlaštenog inženjera građevinarstva.

Sukladno članku 50. Zakona o gradnji ("Narodne novine", br. 175/03 i 100/04), ovlašteni arhitekt i ovlašteni inženjer mogu obavljati poslove projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja samostalno u vlastitiom uredu, zajedničkom uredu, projektantskom društvu ili drugoj pravnoj osobi registriranoj za tu djelatnost (u daljnjem tekstu: osoba registrirana za djelatnost projektiranja i/ili stručnog nadzora).

Osoba registrirana za djelatnost projektiranja i/ili stručnog nadzora dužna je u obavljanju tih poslova poštivati odredbe Zakona o gradnji i posebnih zakona, te osigurati da obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora bude u skladu s temeljnim načelima i pravilima koja trebaju poštivati ovlašteni arhitekti i ovlašteni inženjeri. Osoba registrirana za djelatnost projektiranja odgovorna je da projekt ili dio projekta kojeg je izradila odgovara propisanim zahtjevima.

U članku 52. Zakona o gradnji propisano je da ovlašteni arhitekt odnosno ovlašteni inženjer stječe pravo na samostalno obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja upisom u Imenik ovlaštenih arhitekata, odnosno Imenike ovlaštenih inženjera Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu.

Ured za samostalno obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja, osniva se upisom u Upisnik ureda za samostalno obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu.

Uvidom u službenu evidenciju Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu utvrđeno je da je KREŠIMIR TARNIK, dipl.ing.građ. upisan u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu pod rednim brojem 3556, s danom upisa 04.05.2005. godine, te je s tog osnova stekao pravo na samostalno obavljanje poslova projektiranja i stručnog nadzora građenja.

Ured za samostalno obavljanje poslova projektiranja i stručnog nadzora građenja ovlaštenog inženjera građevinarstva, osnovan je upisom u Upisnik ureda za samostalno obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu, **s danom 01.10.2007. godine, pod rednim brojem 545.**

Uredu je Državni zavod za statistiku dodijelio Matični broj ureda, u skladu s Odlukom o sadržaju i načinu vođenja registra ovlaštenih organizacija.

Uredu je u skladu s Nacionalnom klasifikacijom djelatnosti dodjeljena pripadajuća šifra djelatnosti, za samostalnu djelatnost arhitekata i inženjera u graditeljstvu 74.20.0 – *Arhitektonske djelatnosti i inženjerstvo te s njima povezano tehničko savjetovanje.*

Ured će poslovati pod skraćenim nazivom: **URED OVLAŠTENOG INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA TARNIK KREŠIMIR**, te će se isti upisati u "inženjersku iskaznicu" i "pečat" koje izdaje Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu.

3

U članku 38. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu propisano je da ovlašteni arhitekti i ovlašteni inženjeri koji poslove projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja obavljaju samostalno u vlastitom uredu, zajedničkom uredu ili projektantskom društvu, dužni su imati ploču ureda odnosno društva istaknutu pored ulaza u zgradu u kojem je smješten ured.

Upravni odbor Komore je temeljem ovlaštenja iz članka 38. stavka 3. Statuta Komore propisao obvezatni sadržaj ploče, na sjednici održanoj 14. lipnja 2007. godine donošenjem Pravilnika o obliku i sadržaju natpisne ploče ovlaštenih arhitekata i ovlaštenih inženjera.

Time su se stekli uvjeti koji su propisani u točki 4. dispozitiva ovog rješenja. Trošak korištenja natpisne ploče snosi KREŠIMIR TARNIK, dipl.ing.građ., koji jednokratno uplaćuje **iznos od 850,00 kn (slovima: osamstopeideset kuna) u korist osnovnog računa Komore broj: 2360000-1101366566.**

U skladu s člankom 52. stavcima 3. i 4. Zakona o gradnji, "propisano je da ovlašteni arhitekt, odnosno ovlašteni inženjer koji samostalno obavlja poslove projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja može obavljati te poslove pod uvjetom da nije u radnom odnosu i može imati samo jedan ured".

Uvidom u dostavljenu dokumentaciju imenovanog, razvidno je da nije u radnom odnosu i da Izjavom potvrđuje da će raditi samo u jednom Uredu.

Sukladno svemu prethodno iznesenom, riješeno je kao u izreci ovoga Rješenja.

#### Pouka o pravnom lijeku

Protiv ovog Rješenja žalba nije dopuštena, ali se može pokrenuti upravni spor podnošenjem tužbe Upravnom sudu Republike Hrvatske, u roku 30 dana od dana primitka ovog Rješenja.

Dostaviti:

1. KREŠIMIR TARNIK, 10000 ZAGREB, VIŠNJICA 29
2. Područna služba HZMO Zagreb, Tvrtkova 5, 10000 ZAGREB
3. HZZO Područni ured Zagreb, Jukićeva 3, 10000 ZAGREB
4. Područni ured Porezne uprave Zagreb IV, Odjel za poreze - Trg Francuske Republike 15, 10000 ZAGREB
5. U Zbirku isprava Komore
6. Pismohrana Komore
7. Povrat potvrde o izvršenoj dostavi uz točke 1. do 4.

## 1.2 Potvrda o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva



### REPUBLIKA HRVATSKA

HRVATSKA KOMORA  
INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA  
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 271

Klasa: 102-02/14-01/ 273  
Urbroj: 500-00-14-2  
Zagreb, 22. travnja 2014.

Hrvatska komora inženjera građevinarstva na temelju članka 159. Zakona o općem upravnom postupku ("Narodne novine", br. 47/09), po zahtjevu koji je podnio KREŠIMIR TARNIK, dipl.ing.građ., ZAGREB, Višnjica 29, izdaje

### POTVRDU

1. Uvidom u službenu evidenciju koju vodi Hrvatska komora inženjera građevinarstva razvidno je da je **KREŠIMIR TARNIK**, dipl.ing.građ., ZAGREB, upisan u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva, s danom upisa **04.05.2005.** godine, pod rednim brojem **3556**, te je stekao pravo na uporabu strukovnog naziva "**ovlašteni inženjer građevinarstva**", zaposlen u: **Ured ovlaštenog inženjera građevinarstva, ZAGREB.**
2. Ova potvrda se može koristiti samo u svrhu dokazivanja da je imenovani član Hrvatske komore inženjera građevinarstva.
3. Naknada za administrativne troškove u iznosu od 35,00 kn (slovima: trideset pet kuna) po Tar. br. 6. Odluke o iznosu naknade za administrativne troškove, uplaćena je u korist računa Hrvatske komore inženjera građevinarstva broj: 2360000-1102087559

Glavna tajnica  
Hrvatske komore inženjera građevinarstva  
  
**Sunčana Rupić, dipl.iur.**



### 1.3 Dopuštenje za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara



REPUBLIKA HRVATSKA  
MINISTARSTVO KULTURE I MEDIJA

**UPRAVA ZA ZAŠTITU KULTURNE BAŠTINE**

**Klasa: UP/I-612-08/21-03/0104**

**Urbroj: 532-05-01-01-01/6-21-3**

**Zagreb, 4. kolovoza 2021.**

Ministarstvo kulture i medija rješavajući o zahtjevu Krešimira Tarnika, dipl. ing. građ. iz Zagreba, na temelju članka 100. stavka 1. Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara („Narodne novine“ br. 69/99, 51/03, 157/03, 87/09, 88/10, 61/11, 25/12, 136/12, 157/13, 152/14, 44/17, 90/18, 32/20 i 62/20) i temeljem članka 11. stavka 1. Pravilnika o uvjetima za dobivanje dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara („Narodne novine“ br. 98/18), u postupku izdavanja dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, na prijedlog Stručnog povjerenstva za utvrđivanje uvjeta za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, donosi

#### RJEŠENJE

1. Utvrđuje se da je **Krešimir Tarnik, dipl. ing. građ. iz Zagreba**, OIB 18177519666, stručno osposobljen za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara iz **članka 2. stavka 1. točke 7.** Pravilnika o uvjetima za dobivanje dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara i to za **izradu idejnog, glavnog i izvedbenog projekta za radove na nosivoj konstrukciji nepokretnog kulturnog dobra** te mu se izdaje dopuštenje za obavljanje navedenih poslova.
2. Osoba iz točke 1. ovoga Rješenja dužna je o svakoj promjeni glede ispunjenja propisanih uvjeta za obavljanje poslova iz točke 1. ovoga Rješenja, pisano obavijestiti Ministarstvo kulture i medija u roku od 8 dana od nastale promjene.
3. Rješenjem Klasa: UP/I-612-08/13-03/0441, Urbroj: 532-04-01-01-01/12-14-4 od 6. svibnja 2014., Krešimir Tarnik, dipl. ing. građ. iz Zagreba upisan je u Upisnik specijaliziranih pravnih i fizičkih osoba koje imaju dopuštenje za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara pod rednim brojem **2254**.

## Obrazloženje

Krešimir Tarnik, dipl. ing. građ. iz Zagreba podnio je zahtjev za izdavanje novog dopuštenja za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara, sukladno Pravilniku o uvjetima za dobivanje dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara.

Zahtjevu je priložen popis poslova obavljenih na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, podatak o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva pod rednim brojem G 3556, te Izjava o poduzimanju potrebnih mjera sukladno članku 7. Pravilnika.

Stručno povjerenstvo je na temelju priložene dokumentacije, a sukladno članku 2. stavku 2. i članku 11. stavku 1. navedenog Pravilnika, utvrdilo da postoje propisani uvjeti za obavljanje poslova iz članka 2. stavka 1. točke 7. Pravilnika: izrada idejnog, glavnog i izvedbenog projekta za radove na nosivoj konstrukciji nepokretnog kulturnog dobra.

Fizička osoba kojoj je Ministarstvo kulture i medija izdalo dopuštenje, sukladno točki 1. ovoga Rješenja, dužna je poslove zaštite i očuvanja kulturnog dobra obavljati sukladno Zakonu o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara i propisima donesenim na temelju toga Zakona, sukladno članku 13. stavku 1. citiranog Pravilnika.

Fizička osoba kojoj je Ministarstvo kulture i medija izdalo dopuštenje, sukladno točki 1. ovoga Rješenja, dužna je o svakoj promjeni glede ispunjavanja uvjeta propisanih citiranim Pravilnikom i drugih podataka vezanih uz njezino poslovanje, pisano obavijestiti Ministarstvo kulture i medija u roku od osam dana od nastanka promjene radi unošenja izmjena u Upisnik, sukladno članku 12. stavku 1. citiranog Pravilnika.

Iz gore navedenih razloga riješeno je kao u izreci ovoga Rješenja.

### Uputa o pravnom lijeku:

Protiv ovog Rješenja nije dopuštena žalba, ali se može pokrenuti upravni spor tužbom nadležnom Upravnom sudu. Tužba se podnosi u roku od 30 dana od dana dostave ovog rješenja. Tužba se predaje nadležnom Upravnom sudu neposredno u pisanom obliku, usmeno na zapisnik ili se šalje poštom. Uz tužbu se dostavlja izvornik ili preslika ovoga Rješenja za Upravni sud, prijepis tužbe i priloga za tuženika, a ako ih ima i za svaku zainteresiranu osobu.



### Dostavlja se:

1. Krešimir Tarnik, d.i.g., Višnjica 29, 10000 Zagreb (s povratnicom)
2. Konzervatorski odjeli Ministarstva kulture i medija, svi
3. Gradski zavod za zaštitu spomenika kulture i prirode u Zagrebu
4. Upisnik fizičkih osoba koje imaju dopuštenje za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara, ovdje
5. Spis predmeta, ovdje

## 1.4 Rješenje o imenovanju projektanta

Na temelju „Zakona o obnovi zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije ("Narodne novine" broj 102/20) te izmjeni i dopuni ("Narodne novine" broj 10/21 i 117/21) i "Zakona o gradnji" (NN 153/13, NN 20/2017, NN 39/19, 125/19)) i Zakona o prostornom uređenju (NN153/13, NN 65/17, NN 39/19, 98/19)) donosi se:

## RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA

kojom se imenuje

Ovlašteni inženjer: **Krešimir Tarnik, dipl.ing.građ., G3556**

Projektantnski ured: **URED OVLAŠTENOG INŽENJERA Tarnik Krešimir,**  
MB 80370225, Višnjica 29, Zagreb

## KAO PROJEKTANT POJAČANJA KONSTRUKCIJE ZA PROJEKT OBNOVE ZGRADE ZA CJELOVITU OBNOVU ZGRADE

Investitor: **DRŽAVNI URED ZA REVIZIJU**  
Tkalčićeva 19, Zagreb  
OIB: 55448281176

Građevina: **Poslovna zgrada**

Lokacija građevine: **Tkalčićeva 19, Zagreb**  
**k.č.br. 1660, k.o. Centar**

Broj projekta: **31/05-23**

Zagreb, svibanj , 2023

Direktor:

Krešimir Tarnik, dipl.ing.građ.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA  
Krešimir Tarnik  
dipl. ing. građ.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
G 3556

## 1.5 Izvod iz katastarskog plana za predmetnu građevinu



REPUBLIKA HRVATSKA  
GRAD ZAGREB

GRADSKI URED ZA KATASTAR I GEODETSKE POSLOVE

Stanje na dan: 02.05.2023.

NESLUŽBENA KOPIJA  
K.o. CENTAR  
k.č.br.: 1660

### IZVOD IZ KATASTARSKOG PLANA

Mjerilo 1:1000  
Izvorno mjerilo 1:1





## 1.6 Prijepis posjedovnog lista



REPUBLIKA HRVATSKA  
GRAD ZAGREB  
GRADSKI URED ZA KATASTAR I  
GEODETSKE POSLOVE

**NESLUŽBENA KOPIJA**

Stanje na dan: 02.05.2023. 16:01

### PRIJEPIS POSJEDOVNOG LISTA

Katastarska općina: CENTAR (Mbr. 335240)

Posjedovni list: 4501

Udio	Prezime i ime odnosno tvrtka ili naziv, prebivalište odnosno sjedište upisane osobe	OIB
1/1	REPUBLIKA HRVATSKA, (VLASNIK)	52634238587

### 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 <sup>2</sup>	Broj D.L.	Posebni pravni režimi	Primjedba
		1660	Tkalčičeva ulica	238	19		
			JAVNA ZGRADA, Zagreb, Tkalčičeva ulica 19	238			
<b>Ukupna površina katastarskih čestica</b>				<b>238</b>			

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

## 1.7 Uporabna dozvola



REPUBLIKA HRVATSKA  
GRAD ZAGREB

**GRADSKI URED ZA PROSTORNO UREĐENJE,  
IZGRADNJU GRADA, GRADITELJSTVO,  
KOMUNALNE POSLOVE I PROMET**

Odjel za graditeljstvo  
Središnji odsjek za graditeljstvo  
Trg Stjepana Radića 1, Zagreb

**KLASA: UP/I-361-05/20-030/841**  
URBROJ: 251-13-22-1/048-20-5  
Zagreb, 12.10.2020.

Gradski ured za prostorno uređenje, izgradnju Grada, graditeljstvo, komunalne poslove i promet, Odjel za graditeljstvo, Središnji odsjek za graditeljstvo, na temelju čl. 184. st. 2. Zakona o gradnji (NN br. 153/13, 20/17, 39/19 i 125/19) rješavajući po zahtjevu **DRŽAVNOG UREDA ZA REVIZIJU, OIB 55448281176, iz Zagreba, Tkalčićeva 19**, za izdavanje uporabne dozvole, izdaje

**UPORABNU DOZVOLU**  
**(za građevinu izgrađenu do 15. veljače 1968.)**

- I.** Utvrđuje se da je ugrađena poslovna građevina, visine jedna podzemna i četiri nadzemne etaže (podrum, prizemlje, dva kata i treći kat ispod višestrešne krovne konstrukcije), tlocrtna površina 238 m<sup>2</sup>, na k.č.br. 1660 k.o. Centar, u Zagrebu, Tkalčićeva 19, izgrađena do 15. veljače 1968. godine.
- II.** Ispitivanje ispunjavanja temeljnih zahtjeva za građevinu, lokacijskih uvjeta te drugih uvjeta i zahtjeva nije prethodilo izdavanju ove dozvole.

### Obrazloženje

DRŽAVNI URED ZA REVIZIJU, OIB 55448281176, iz Zagreba, Tkalčićeva 19, podnio je dana 30.07.2020. g. zahtjev za izdavanje uporabne dozvole za uporabu građevine izgrađene na k.č.br. 1660 k.o. Centar, u Zagrebu, Tkalčićeva 19.

Zahtjev je osnovan.

Uz zahtjev je priložena dokumentacija propisana odredbom čl. 184. st. 3. Zakona o gradnji (NN br. 153/13, 20/17, 39/19 i 125/19):

- dokaz da je građevina izgrađena do 15. veljače 1968. godine: uvjerenje Klasa: 935-08/20-02/1796, Urbroj: 251-15-06-20-2 od 07.10.2020. g., izdano po Gradskom uredu za katastar i geodetske poslove;
- izvod iz katastarskog plana, kao prilog navedenog uvjerenja.

Temeljem odredbe čl. 184. st. 1. Zakona o gradnji (NN br. 153/13, 20/17, 39/19 i 125/19), građevina izgrađena do 15. veljače 1968. smatra se izgrađenom na temelju pravomoćne građevinske dozvole.

Temeljem st. 2. istog članka navedenog Zakona o gradnji, vrijeme izgradnje građevine iz gore navedenog st. 1. ovoga članka utvrđuje se uporabnom dozvolom za građevinu izgrađenu do 15. veljače 1968. koju po zahtjevu stranke izdaje tijelo graditeljstva, odnosno u drugom postupku u kojem je to potrebno utvrditi, a koji provodi to tijelo ili građevinska inspekcija.

Nadalje, temeljem odredbe čl. 184. st. 4. navedenog Zakona o gradnji, tijelo graditeljstva vrijeme izgradnje građevine iz gore navedenog st. 1. ovoga članka utvrđuje uvidom u Državnu snimku iz zraka učinjenu prije 15. veljače 1968. ili drugu odgovarajuću službenu kartografsku podlogu Državne geodetske uprave te po potrebi izvođenjem drugih dokaza.

stranica 1 / 2

Uvidom u navedeno uvjerenje Gradskog ureda za katastar i geodetske poslove i očevidom na licu mjesta (zapisnik od 08.10.2020. g. prileži spisu) utvrđeno je da na terenu ugrađena poslovna građevina u pogledu tlocrtnih gabarita odgovara građevini evidentiranoj u katastarskom operatu prije 15. veljače 1968. godine (građevini broj 1 - javnoj zgradi br. 19, tlocrtne površine 238 m<sup>2</sup>), odnosno da je ista izgrađena do 15. veljače 1968. godine.

Slijedom naprijed provedenog postupka i utvrđenja da su ispunjeni uvjeti za izdavanje uporabne dozvole iz čl. 184. st. 2. Zakona o gradnji (NN br. 153/13, 20/17, 39/19 i 125/19), odlučeno je kao u izreci.

Temeljem čl. 8. Zakona o upravnim pristojbama (NN br. 115/16) druga državna tijela oslobođena su plaćanja upravne pristojbe.

**Uputa o pravnom lijeku:**

Protiv ove dozvole može se izjaviti žalba Ministarstvu prostornoga uređenja, graditeljstva i državne imovine, Zagreb, Ulica Republike Austrije 20, u roku od 15 dana od dana njezina primitka.

Žalba se predaje ovom nadležnom upravnom tijelu neposredno u pisanom obliku, šalje poštom, a može se i usmeno izjaviti na zapisnik.

Pripremio: Darko Kovač, dipl.ing.građ.

VODITELJ ODSJEKA

  
Nenad Koprivnjak, dipl.ing.građ.

**Dostaviti:**

1. DRŽAVNI URED ZA REVIZIJU,  
Zagreb, Tkalčićeva 19,
2. Dokumentacija prostora, ovdje,
3. U spis, ovdje.

Investitor: **DRŽAVNI URED ZA REVIZIJU**  
Tkalčićeva 19, Zagreb  
OIB: 55448281176

Građevina: **Poslovna zgrada**

Lokacija građevine: **Tkalčićeva 19, Zagreb**  
**k.č.br. 1660, k.o. Centar**

Naziv projekta : **PROJEKT OBNOVE ZGRADE ZA CJELOVITU OBNOVU ZGRADE**

Strukovna odrednica mape: **MAPA 1 - GRAĐEVINSKI PROJEKT - PROJEKT POJAČANJA  
KONSTRUKCIJE**

Naziv projektiranog dijela: **PROJEKT POJAČANJA KONSTRUKCIJE**

Broj projekta: **31/05-23**

Zajednička oznaka projekta.: **31/05-23-PCO**

## II. TEHNIČKI DIO

<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

## 2.1 Projektni zadatak

Na zahtjev Naručitelja, izrađen je *GRAĐEVINSKI PROJEKT POJAČANJA KONSTRUKCIJE* u sklopu *PROJEKTA OBNOVE ZGRADE ZA CJELOVITU OBNOVU ZGRADE* poslovne zgrade Državne revizije, Tkalčićeva 19, Zagreb, s obzirom štetu uzrokovanu potresom u Zagrebu od dana 22.03.2020. god. u 06.24 h jačine 5.5 stupnjeva po Richteru te ostalih potresa manjih intenziteta koji su se dogodili u naknadnom periodu.

Zgrada se od potresa 22.3.2020. ne koristi jer je pretrpjela veća oštećenja. Pregledom ovlaštenog statičara, građevina je kategorizirana kao PN1 – neuporabljiva – zbog oštećenja s potrebnim detaljnim pregledom.

Cilj ovog projekta je statički proračun nove konstrukcije krovišta, izvedba nove temeljne konstrukcije i izvedba novog AB okna dizala kako bi se omogućio pristup na više etaže osobama sa smanjenom pokretljivošću. Krovište se mijenja zbog povećanja opterećenja na krovnu konstrukciju zbog ugradnje fotonaponskih panela na krov radi povećanja energetske učinkovitosti zgrade postavljanja dodatnih uređaja sustava grijanja i hlađenja. Nova temeljna konstrukcija se izvodi radi sanacije štete uzrokovane vlagom i prodorom vode u konstrukciju te radi trajnog rješavanja tog problema.

Elaborat ocjene postojećeg stanja izradio je „Studio Arhing“ u srpnju 2020.g, projektant Juraj Pojatina. Detaljni pregled i elaborat ocjene postojećeg stanja sagledava stabilnost i mehaničku otpornost nosive konstrukcije zgrade s obzirom na elementarnu nepogodu potresa, te nastalu štetu koja je elaboratom evidentirana. U elaboratu nije analizirana trenutna seizmička otpornost konstrukcije, to je analizirano u sljedećoj fazi odnosno u Projektu pojačanja građevinske konstrukcije također izrađenim od strane projektanta Juraj Pojatina u srpnju 2021. godine.

Za predmetnu zgradu provesti će se cjelovita obnova koja podrazumijeva cjelovitu obnovu građevinske konstrukcije, te izvođenje potrebnih pripremnih, građevinskih, obrtničkih i instalaterskih radova odnosno radova kojima se zgrada dovodi u stanje potpune građevinske uporabljivosti do razine koju zahtijevaju važeći propisi, a uz ostale potrebne radove, po potrebi, obuhvaća i popravak nekonstrukcijskih elemenata, popravak konstrukcije, pojačanje konstrukcije zgrade i/ili cjelovitu obnovu konstrukcije.

Građevinska uporabljivost do razine koju zahtijevaju važeći propisi ne smatra se samo obnovom, nego i rekonstrukcijom kompletnog objekta, uključujući konstrukciju, i sve nužne prateće radove.

U sklopu cjelovite obnove moguće su i korekcije tlocrtna dispozicije unutar objekta, ukoliko time postoji mogućnost poboljšanja uvjeta rada i korištenja zgrade.

Sve navedeno biti će obuhvaćeno građevinskim projektom cjelovite obnove konstrukcije odnosno projekt obnove zgrade za cjelovitu obnovu zgrade.

## 2.2 Lokacija građevine

Prema podacima u katastru građevina je evidentirana kao javna zgrada s adresom: Tkalčićeva ulica 19; Zagreb, na katastarskoj čestici k.č. 1660 k.o. Centar.

Prema podacima iz Katastra veličina čestice je 238 m<sup>2</sup>, što je ujedno i tlocrtna površina zgrade.

Postojeća zgrada izvedena je kao uglovnica, prislonjena je na sve četiri međe, dvije sa susjednim građevinama te je položena uz regulacijske linije Tkalčićeve ulice i Ulice Krvavi most. Visina građevine je Po+Pr+2+Pk.

Građevna čestica, veličina i smještaj građevine se ne mijenjaju.

Prema prostornom planu (GUP Grada Zagreba, Službeni glasnik Grada Zagreba 16/07, 8/09, 7/13, 9/16, 12/16 - pročišćeni tekst), čestica se nalazi:

- prema grafičkom prikazu 1) KORIŠTENJE I NAMJENA PROSTORA unutar zone M1 - mješovita namjena – pretežito stambena
- prema grafičkom prikazu 4) UVJETI ZA KORIŠTENJE, UREĐENJE I ZAŠTITU PROSTORA, 4a) Urbana pravila unutar zone 1.1. Zaštita i očuvanje povijesnih graditeljskih cjelina
- prema grafičkom prikazu 4) UVJETI ZA KORIŠTENJE, UREĐENJE I ZAŠTITU PROSTORA, 4d) Nepokretna kulturna dobra u sustavu zaštite A

<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

## 2.3 Tehnički opis postojeće konstrukcije

Predmetna zgrada je dio bloka podno Griča, smještena na uglu Tkalčićeve ulice i Krvavog mosta. Zgrada je javne namjene - namijenjena je obavljanju djelatnosti državnog tijela Republike Hrvatske. Zgrada je izgrađena prije 15. veljače 1968. godine.

Zgrada je dio donjogradske zaštićene cjeline grada Zagreba - nepokretna kulturna dobra u sustavu zaštite A te nije pojedinačno šticeana.

Građevina ima pet etaža, trapeznog je tlocrtnog oblika, dimenzija 21,4×11,2 m, s orijentacijom dulje stranice u smjeru jug-sjever. Zgrada ima jednu ukopanu etažu i četiri nadzemne (PO+PR+1+2+PK).

Krov je razveden i sastoji se od pet cjelina. Dio potkrovlja prema ulici (jug i istok) je pod kosim krovom, a dio prema dvorištu ima visinu pune etaže nad kojim je neuporabljiv tavanski prostor. Na središnjem dijelu istočnog dijela krovišta (uz Tkalčićevu) također je dio potkrovlja pune visine etaže, nad kojim je četverostrešni krov. Na sjevernoj strani, prema dvorištu je dio s ravnim krovom.

Podrumska etaža je ukopana cca 3,2 m od kote pločnika (pod podruma je na 2,3 m od kote pločnika).

Visina etaže podruma iznosi 2,9 m, visina prizemlja i 1. kata je 4,05 m, a visina 2. kata je 3,65 m.

Visina potkrovlja varira - visina nadozida (prema ulici) je 1,1 m, a spuštenu strop je na visini cca 2,4 m. Sljemena dijelova krova uz ulicu su cca 4,5 m iznad stropa 2. kata, a sljeme četverostrešnog krova je cca 4,9 m iznad stropa 2. kata. Četverostrešni krov i jednostrešni krov nad zapadnim dijelom tlocrta se oslanjaju na nosive zidove pune visine etaže (2,4 m). Viša streha jednostrešnog krova je na visini 5,9 m iznad stropa 2. kata - uzdužni zapadni zid potkrovlja (prema dvorištu) je visine 3,7 m iznad stropa potkrovlja.

Krovne konstrukcije su drvene. Dio krova na uglu je naknadno rekonstruiran te je konstrukcija ojačana čeličnim U profilima.

Stropove potkrovlja čine drvene grede krovnih konstrukcija, a stropovi 2. kata i 1. kata su drveni grednici. Grede stropnih konstrukcija 2. i 1. kata su visine 18 cm, širine 16-22 cm, a položene su jedna do druge, bez razmaka. Strop prizemlja i podruma čine zidani svodovi, oslonjeni na nosive zidove i zidane lukove. Zavojito stubište čine kamene stubice oslonjene na nosive zidove.

Nosivi zidovi su zidani punom opekom „starog“ formata (29×14×6,5 cm). Uzdužni i poprečni nosivi zidovi su debljine 89 - 44 cm (stanjuju se po visini). Dio poprečnih nosivih zidova je debljine 29 cm, dok je sjeverni zabat (zid prema susjednoj zgradi) dijelom izveden kao ispuna (pretp. debljine 14 cm) ispod zidanih lukova.

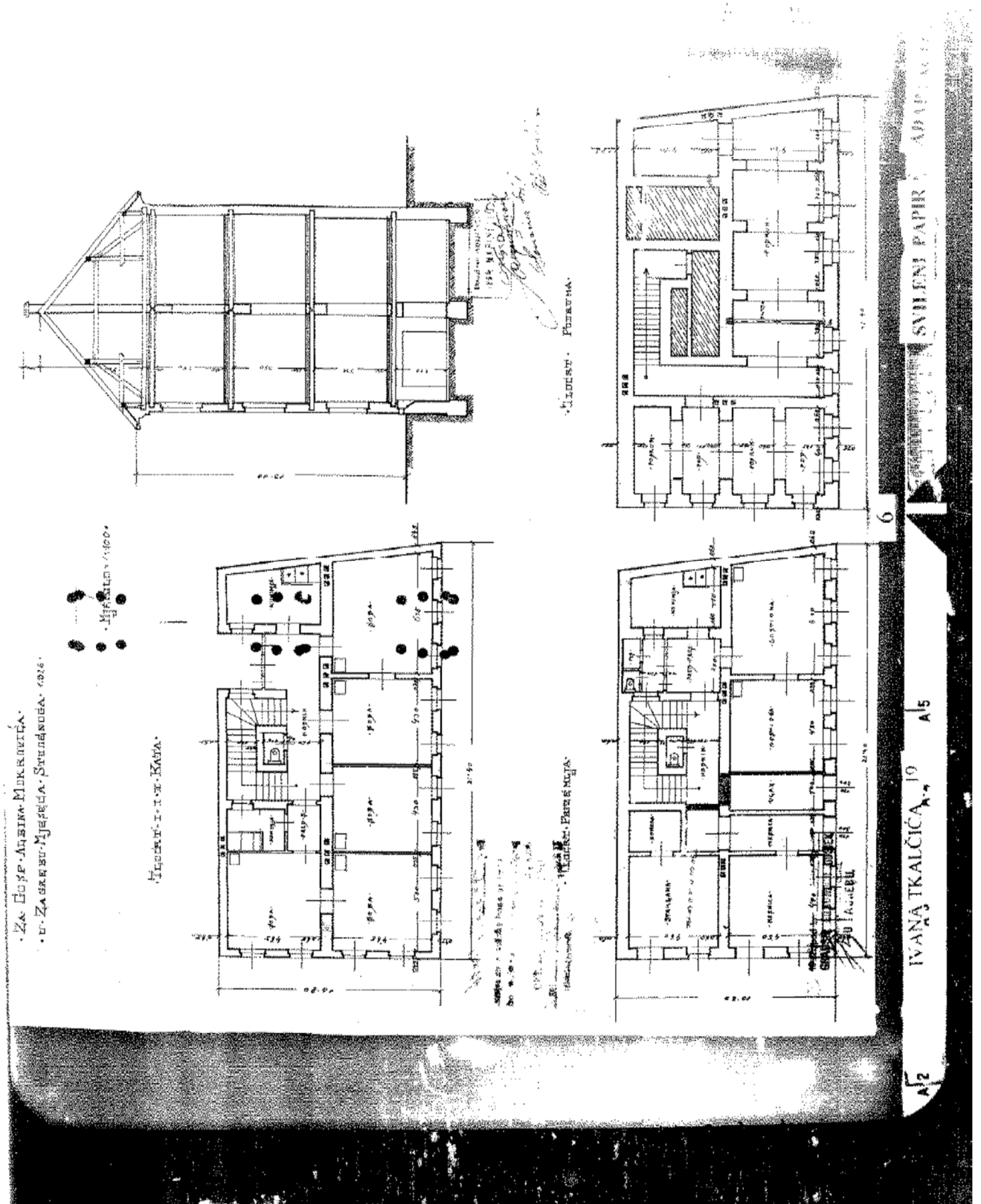
Pri izradi projekta korišteni su podaci iz:

- Arhivski nacrti - „Nacrt za adaptaciju ulaza u kuću i mesnice“, 1926. godina
- Arhivski nacrti - „Nacrt za adaptaciju lokala“, 1929. godina

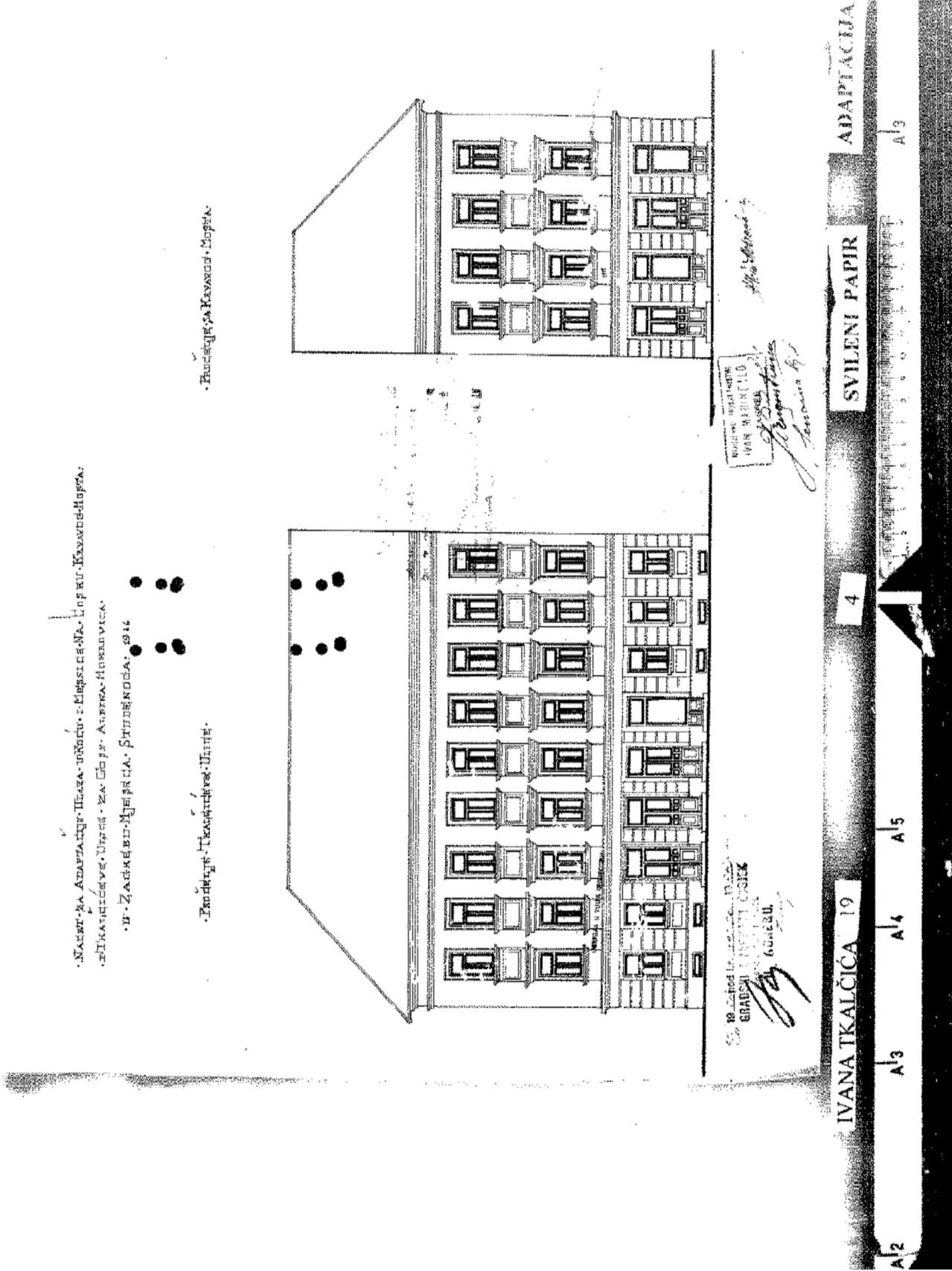
Nosiva konstrukcija je kroz godine doživjela razne preinake, što je vidljivo već iz arhivskih nacrti za adaptaciju iz 1926. godine. Najznačajnije preinake su probijanja novih otvora (vrata), i mnoga zasijecanja i izvedbe niša, u nosivom zidu. Postojeći otvori su zatvarani zidovima zidanim opekom „na kant“. Također, dio stropa podruma je zamijenjen sitnorebrastom armiranobetonskom pločom. Na mjestu prostorija izvorno predviđenih za toalete, naknadno je ugrađeno dizalo.

Građevina je izgrađena prije prvih propisa koji razmatraju potresno djelovanje. Samim time se može smjestiti u rizičnu skupinu zgrada bez potrebne potresne otpornosti. Težina nosivih i nenosivih elemenata nastojala se pretpostaviti prema dostupnoj dokumentaciji i detaljnom pregledu građevine. Točna procjena težina građevine bitna je radi odrađivanja inercijskih sila od potresa. Važno je napomenuti da stvarna težina stropova ovisi o rješenju osiguranja krutih dijafragmi, te se ona može mijenjati, što treba pretpostaviti proračunom. U daljnjem nastavku proračuna vidljivi su ulazni inputi.

U nastavku je prikazan grafički prikaz postojećeg stanja.



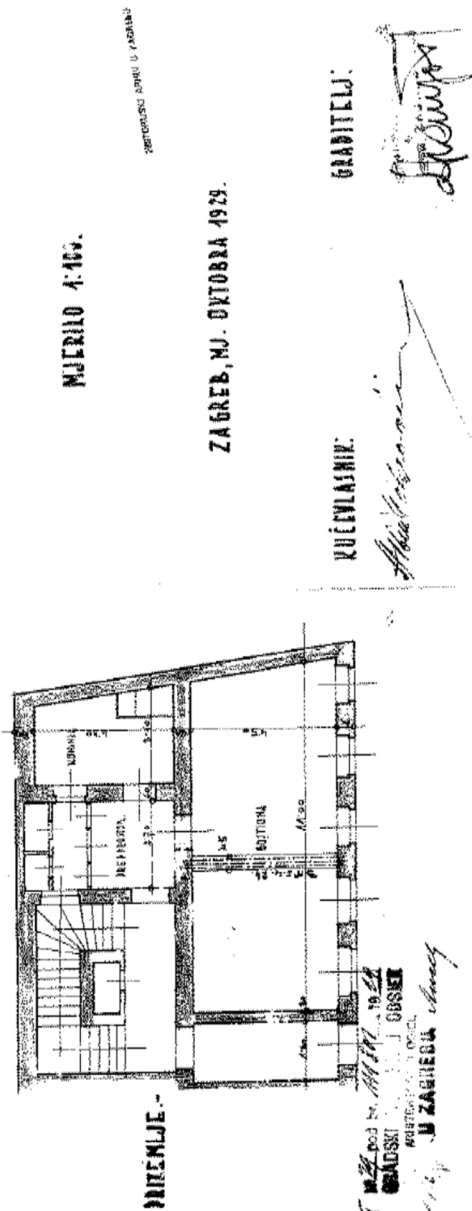
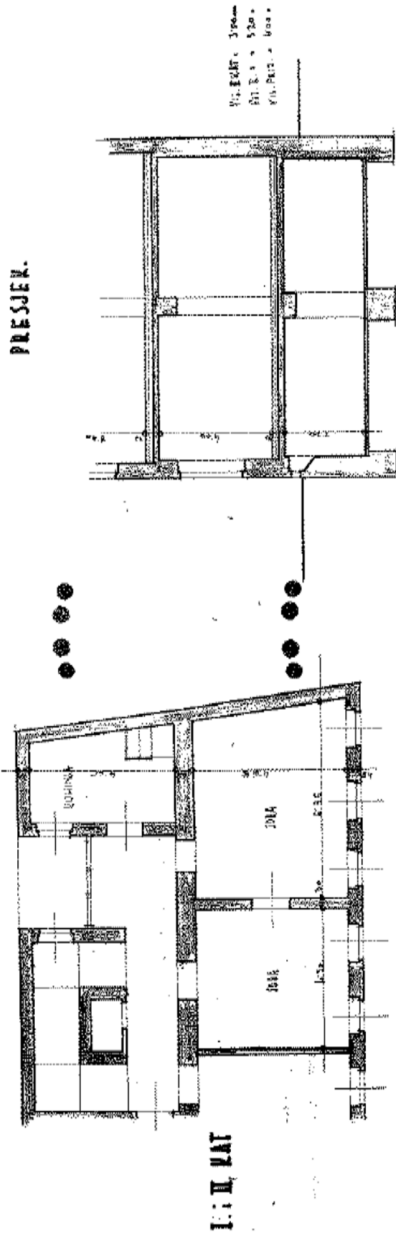
Tlocrt podruma i katova



Nacrti pročelja građevine



**NACRTI ZA ADAPTACIJU IONALA U KUĆI G. ALBINA MOROVIĆA, TKALČIĆEVA UL. 19.**



SVILENI PAPIR ADAPTACIJA

13

IVANA TKALČIĆA 19

A/3

A/5

A/4

A/3

**Nacrti adaptacije građevine**

<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

## 2.4 Tehnički opis sanacije

Prema Elaboratu ocjene postojećeg stanja u kojemu je detaljno razmatrano postojeće stanje konstrukcije, zgrada u Tkalčićevoj 19 u Zagrebu je višestruko dograđivana i nadograđivana zgrada tijekom povijesti korištenja. Osnovni konstrukcijski sustav je neomeđeno zide zidano od kamena i opeke. Sustav međukatne konstrukcije su zidani svodovi iznad podruma i prizemlja na većini tlocrta te drveni grednik sa šutom iznad ostalih etaža. Izvorni nedostatci predmetne građevine su uglavnom spojevi različitih tipova konstrukcija iz različitih perioda korištenja građevine te spojevi materijala različitih karakteristika (kamen – opeka, čelik – opeka, kamen – čelik i sl.) kao i oslabljenja u konstrukciji koja su nastala tijekom korištenja zbog prenamjene prostora.

### A) Citat iz elaborata ocjene postojećeg stanja:

Većina oštećenja nastala je na mjestima zazidanih otvora u nosivim i pregradnim zidovima. Na pregradnim zidovima izražene su dijagonalne pukotine. Značajna oštećenja su prisutna i u vidu dijagonalnih pukotina na svim nadvojima u nosivim zidovima (unutrašnjim i vanjskim). Pukotine nastale u zoni otvora u nosivim zidovima pojavljuju se kao posljedica oslabljenja zidane strukture izvedenim otvorom, te koncentracijom naprezanja unutar zidane konstrukcije zbog preraspodjele opterećenja oko otvora. Pukotine evidentirane u području oko otvora očekivane su i s obzirom na strukturu istih, (širenje u zoni oko spoja horizontalnog i vertikalnog dijela otvora bez posmicanja dijelova zida izvan ravnine) ne predstavljaju konstruktivnu ugrozu u fazi mirovanja objekta. Parapeti zidova uličnih pročelja također su zadobili kose pukotine. Kose pukotine prisutne su i na zidovima i nadvojima stubišta.

Većina potresom aktivirane mase međukatnih konstrukcija je prenesena uzdužnim zidovima, u vlastitoj ravnini i okomito na nju. Žbuka na stropovima je popucala uz rubove prostorija te uzduž zidanih svodova nad hodnicima. Budući da je zapadni zid potkrovlja cijelom svojom visinom bočno nepridržan, vrh uzdužnog zapadnog zida potkrovlja (prema dvorištu; jednostrešni krov) se izbočio van svoje ravnine. U podrumskoj etaži oštećenja su minimalna. U podrumu je vidljiva prisutnost vlage. Na kraju elaborata u zaključku su dane smjernice za izradu građevinskog projekta popravka i sanacije konstrukcije.

Pukotine nastale na spoju stropne konstrukcije drvenog grednika i zidova pojavljuju se kao posljedica pojave lokalnog naprezanja uslijed velikog rada međukatnih konstrukcija (budući da su one fleksibilne i zglobno spojene na zidove) u odnosu na nosivu strukturu zidova kod pojave potresnoga opterećenja.

Pukotine u stropnoj konstrukciji bačvastih i križnih opečnih svodova nastale su uslijed značajnog pomaka tjemena svoda uslijed horizontalne sile. Svodovi su konstruirani za preuzimanje horizontalnog tereta poda i prenošenje na zidove putem tlačne ljuske. Kako je horizontalnom potresnom silom strop s jedne strane opterećen dodatno na tlak, što ne predstavlja problem za veliki tlačni kapacitet svoda, tako je druga strana svoda (zrcalno simetrična) vlačno opterećena i to uzrokuje pukotine u svodu. Ciklički (valni) karakter potresnog opterećenja naizmjenično opterećuje suprotne strane svoda čas tlakom, a čas vlakom. Dostatno velika potresna sila uzrokuje izbacivanje tjemena iz stanja ravnoteže uslijed naglog rasterećenja. Takve pukotine se mogu vidjeti na stubištu i hodnicima gdje su pukotine izražene gotovo na svim etažama.

Predmetna građevine od nearmiranog ziđa, osim što nije projektirana na seizmička opterećenja pokazala se izrazito podložna lokalnim mehanizmima otkazivanja zida izvan ravnine. Ovi oblici otkazivanja zidova mogu značajno ugroziti sveukupnu vertikalnu nosivost i stabilnost konstrukcije, a vrlo su opasni, jer direktno ugrožavaju ljudski život. Otkazivanje izvan ravnine karakteristično je za fasadne i zabatne zidove koji nisu dovoljno dobro povezani sa stropovima i poprečnim zidovima, što je kod naše zgrade vidljivo u etaži drugog kata. Posebno su ranjivi zidni elementi u višim etažama budući da su tijekom potresa izloženi većim amplitudama pomaka te obično i većim ubrzanjima, a osim toga vitkiji su u odnosu na zidove u prizemlju te manje pritisnuti teretom viših etaža koje za ovaj mehanizam otkazivanja obično ima stabilizirajući efekt.

Višestrukim adaptacijama i prenamjenama prostora neki su otvori zatvarani ispunom punom ili šupljom opekom ugrađenom između drvenih dovratnika bez obrade spoja na mjestima spojeva dvaju materijala, pa su se spojevi otvorili uz pojavu sitnih pukotina i oštećenja za vrijeme potresa. Također, dogradnje i adaptacije tijekom povijesti nisu učvršćivale zgradu već su je oslabljivale svakom sljedećom adaptacijom odnosno dogradnjom.

Osim pojave lokalnih pukotina u žbuci na pregradnim zidovima, spojevima pregradnih zidova s nosivim zidovima i međukatnim konstrukcijama, u nadvojima, na mjestu vođenja instalacija i slično, pojavile su se i ozbiljnije kose i vertikalne pukotine u tim zidovima što je rezultat manjeg broja zidova u poprečnom smjeru stoga su se i ovi pregradni zidovi aktivirali u potresu

**B) radovi obrađeni prema projektu konstrukcijske obnove izrađenim od strane projektanta Juraj Pojatina u srpnju 2021. godine:**

Konačno, preporučene mjere pojačanja za poboljšanje konstrukcije u potresu temeljene su na rezultatima numeričkog proračuna i iskustva. Odluka o vrsti i opsegu pojačanja trebala bi uzeti u obzir i društveno-ekonomske aspekte, poput troškova izvedbe, važnosti zgrade, nemogućnosti korištenja zgrade tijekom radova i slično. Prilikom izrade projekta pojačanja, odluka treba biti u skladu s analizom troškova i efikasnosti predloženih rješenja.

S obzirom na razinu oštećenja, razrađene su mehanizmi ojačavanja u nastavku. Cilj je da postupak bude što manje invazivan, ekonomičan, imajući u vidu boravak ljudi ili parcijalnu uporabu, te korištenje laganijih materijala i jednostavnih tehnika. Za navedenu razinu prikazan je osnovni opis mjera i njihovih potrebnih intervencija.

Na zgradi su već izvedeni svi radovi predviđeni prema projektu pojačanja građevinske konstrukcije izrađenim od strane projektanta Juraj Pojatina u srpnju 2021. godine.

Izvedeni radovi su sljedeći:

- Postojeći zapadni uzdužni zid potkrovlja, koji je izbočen van svoje ravnine, se uklanja i na njegovom mjestu se izvodi novi zidani zid, debljine 25 cm, omeđen vertikalnim i horizontalnim AB serklažima.
- U razini stropa potkrovlja se izvodi nova spregnuta ploča. Armiranobetonska ploča se spreže s novim čeličnim nosačima (IPE 240) postavljenim između postojećih drvenih stropnih greda. Stropovi 2. i 1. kata se ukrućuju sprežanjem armiranobetonske ploče s drvenim grednikom. Sprežanje se ostvaruje tipskim vijcima za sprežanje. Armiranobetonske ploče se armiraju mrežom Q-257. Spregnute ploče i nosivi zidovi se povezuju sidrenim šipkama, na razmaku cca 1,0 m. Na stranama uličnih pročelja sidra se ubušuju s vanjske strane, u sredini visine nove armiranobetonske ploče (prije izvođenja ploče). Na vanjskom licu zida se sidro steže maticom, preko podložne ploče. Povezivanje obodnih zidova uz susjedne zgrade se ostvaruje također na razmaku cca 1,0 m, šipkama ubušenim u nosive zidove. Šipke se u zid sidre sredstvom za kemijsko sidrenje, a ubetonirane su u novu armiranobetonsku ploču. Stropovi prizemlja i podruma, koje čine zidani svodovi, ukrućuju se izvedbom tkaninom armirane žbuke, na gornjim ploham svodova. Žbuka se armira hibridnom četveroaksijalnom mežicom – FRCM sustav. Zatim se izvodi nova tanka armiranobetonska ploča, koja djeluje kao kruti disk. Nove ploče iznad svodova stropova podruma i prizemlja se sidre u postojeće zidove, jednako kao i kod viših etaža.
- Zidovi zgrade sanirat će se obostranim zapunjavanjem sljubnica reparaturnim mortom uzduž pukotina, te na svim mjestima gdje nedostaje mort između sljubnica ili je mort u lošem stanju. Prethodno je sljubnice potrebno očistiti, do dubine 1,5 cm. Nadvoji u nosivim zidovima, i nadvoji uz stubište, se saniraju ugradnjom kosih sidrenih šipki, u prizemlju, na 1. i 2. katu. Nakon sanacije pukotina u nosivim zidovima te sanacije nadvoja, izvodi se pojačanje zidova u vidu tkaninom armirane žbuke. Tkaninom armirana žbuka se izvodi na cijelim površinama zidova, a armira se hibridnom četveroaksijalnom mrežicom – FRCM sustav. Na zidovima pročelja se izvodi jednostrano (unutra), a na unutrašnjim zidovima obostrano (osim bočnih zidova stubišta - jednostrano). Prethodno je potrebno očistiti sljubnice, do dubine 1,5 cm. Primjenom navedenog FRCM sustava, faktor ponašanja konstrukcije pri potresu se povećava na  $q = 2,0$ .
- Zbog specifičnog položaja zida na sjevernoj strani zgrade (prema susjedu) i uloge zida u seizmičkoj otpornosti zgrade, predviđa se izvedba novog zidanog zida debljine 25 cm ispod lukova u prizemlju, uz postojeći „kant” zid, te pojačanje tkaninom armiranom žbukom. Žbuka se armira hibridnom četveroaksijalnom mežicom – FRCM sustav. Pojačanje se izvodi na cijeloj površini zida, uključivo i lukove.

<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

### C) Radovi vezani uz ovaj projekt:

S obzirom da su svi prethodno navedeni radovi pojačanja konstrukcije na razinu 3 već izvedeni novi radovi na konstrukciji uzrokovani su cjelovitom obnovom zgrade, povećanjem energetske učinkovitosti, prilagođavanju zgrade za pristup osobama sa smanjenom pokretljivošću i sanacijom prodora vode od potoka Medveščak u podrumu.

Radi gore navedenih razloga u ovom projektu predviđeni su sljedeći radovi:

- **Izvedba AB grednog prstena (nadozida) po obodu potkrovlja i povezivanje s novom dijafragmom potkrovlja**
- **Povezivanje tlačnih ploča novih spregnutih stropova s postojećom zidanom konstrukcijom**
- **Izvedba novog krovišta**
- **Izvedba nove AB jezgre dizala**
- **Izvedba novog AB stubišta**
- **Izvedba novog AB zida uz stubište na južnoj strani**
- **Torkretiranje sjevernog zida stubišta s unutarnje strane**
- **Izvedba novog omeđenog ziđa na etaži potkrovlja**
- **Izvedba novog fasadnog omeđenog ziđa na istočnoj strani u potkrovlju s izvedbom novih AB greda u potkrovlju radi pridržanja zida van ravnine.**
- **Torkretiranje sjevernog zida uz susjednu građevinu u potkrovlju**
- **Podbetoniranje nove AB temeljne ploče ispod cijelog objekta**
- **Izvedba novih temeljnih traka uz fasadne zidove na južnoj i istočnoj strani uz povezivanje kroz postojeće zidove s novom AB pločom pomoću čeličnih HEA profila.**
- **Sanacija vlage u podnožju zgrade s prekidom kapilarnog dizanja vlage;**

Prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN75/2020, 7/22), zgrada Državne revizije u Tkalčićevoj 19 spada pod Razinu 3 obnove - cjelovitu obnovu. Zbog javne namjene građevine projektira se na uporabni vijek od 50 godina.

Konzervatorskim smjernicama je dopušteno intervenirati na zidovima svih etaža, što je iznimno pogodno za rekonstrukciju i dosezanje visoke razine otpornosti postojeće građevine. Proračunom je dokazano da gotovo svi zidovi zadovoljavaju zahtjeve otpornosti razine 3 te oni koji ne zadovoljavaju su unutar 25% preraspodjele što je dopušteno važećom regulativom EN 1998.

U međudjelovanju s krutim jezgrama dizala i stubišta smatram da predmetna građevina globalno ima dostatnu razinu otpornosti razine 3. Za ostvarivanje takvog ponašanja obavezno je i međusobno povezivanje konstrukcije prikazano na grafičkim prikazima ojačanja zidova.

## 2.4.1 Opis konstrukcijskih zahvata

### 2.4.1.1 Torkretiranje zidova

U Projektu pojačanja građevinske konstrukcije predviđena je izvedba jednostrane torkretne obloge na dva zida, sjeverni zid uz stubište po svim etažama i sjeverni zid potkrovlja uz susjednu zgradu. Točne pozicije torkreta su naznačene u grafičkim prilogima. Predviđena je izvedba torkretne obloge mlaznim betonom klase C30/37 debljine 6 cm. Nove torkretne obloge se armiraju armaturnim mrežama Q335.

### 2.4.1.2 Izvedba novih AB zidova

Prije izvedbe novih AB zidova prvo je potrebno izvesti novu AB temeljnu ploču. Nakon izvedbe temelja podupiru se stropovi po svim etažama koji se oslanjaju na zidove koji se uklanjaju. Tek nakon kompletnog podupiranja je moguće rušiti postojeće zidane zidove umjesto kojih se izvode AB zidovi.

Novi zidovi okna lifta se izvode od betona klase C30/37 debljine  $d=20\text{cm}$ , dok se zid uz južni stubišni krak izvodi u debljini od 25 cm.

Armaturnim detaljima je potrebno povezati nove zidove s postojećim međuetajnim pločama i novim AB stubištem.

Tip i količina armature u novim zidovima je dana u sklopu statičkog proračuna u nastavku ovog projekta.

### 2.4.1.3 Novo AB stubište

U centralnom dijelu građevine predviđena je izgradnja novog armiranobetonskog trokrakog stubišta. Debljina tetive stubišta i podesta je 14 cm, a visina i širina stuba određena je arhitektonskim projektom. Stubište omeđuje novu armiranobetonsku jezgru dizala sa stijenkom debljine 20 cm. S južne strane stubišta nalazi se novi armiranobetonski zid debljine 20 cm, dok se sa sjeverne strane stubišta nalazi postojeći zidani zid koji se ojačava torkretbetonom debljine 6 cm. Sa zapadne strane stubišta se nalazi postojeće zidano ziđe u koje je potrebno ušlicati stubište. S obzirom na navedene omeđujuće elemente, prilikom betoniranja južnog zida te zidova jezgre potrebno je ugraditi Comax elemente za povezivanje stubišta i novih armiranobetonskih zidova. Na vrhu i na dnu stubišta nalaze se armiranobetonske grede dimenzija 25/30 cm.

### 2.4.1.4 Novo omeđeno ziđe potkrovlja

U potkrovlju je predviđena izvedba novo omeđenog ziđa na nekoliko pozicija.

Novi zid se izvodi na istočnoj fasadi, također izvodi se novo ziđe u središnjoj osi zgrade koji dijeli uredske prostorije od hodnika. Zidovi se zidaju od šuplje blok opeke debljine 25 cm s vertikalnim serklažima poprečnog presjeka 25/25cm. Na vrhu zidova predviđen je horizontalni serklaž poprečnog presjeka također 25/25cm.

Pošto je zahtjev investitora uklanjanje veznih greda iz novog sustava krovišta, fasadni zid koji stoji kao vertikalna konzola mora preuzeti na vrhu i horizontalne reakcije novog krovišta. Iz tog razloga okomito na zid u njegovom vrhu predviđene su 3 AB grede koje fasadni zid spajaju s unutarnjim središnjim zidom radi njegovog pridržanja van ravnine.

### 2.4.1.5 Konstrukcija krovišta

#### 2.4.1.5.1 Općenito

Tlocrtne dimenzije objekta su grubo 23x11 m. Konstrukcija krovišta je višestrešno krovište koje je podijeljeno na pet volumena. Krovišta su podijeljena na cjeline jednostrešnog, dvostrešnog i četverostrešnog krovišta te se na sjevernom dijelu zgrade nalazi ravni krov. Visina krovne konstrukcije jednostrešnog i četverostrešnog krovišta je 3,3 m, dok je visina dvostrešnog krovišta 3,8 m. Projektirani pokrov objekta je crijep tipa Biber sa svim ostalim slojevima prema mapi arhitekture.

<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

#### 2.4.1.5.2 Glavna nosiva konstrukcija

##### **JEDNOSTREŠNO KROVIŠTE**

Glavna nosiva konstrukcija jednostrešnog krovišta je stolica s kosnicima. Rogovi se na vrhu i na dnu oslanjaju na nove zidane zid, tj. horizontalne serklaže povrh zidova, te se u trećinama raspona oslanjaju na novu AB ploču preko podrožnica, stupova i kosnika. Rogovi koje je potrebno ugraditi su dimenzija poprečnog presjeka 14/20 cm, a na podrožnice naliježu pomoću zasjeka od cca. 3 cm.

Podrožnice su projektirane s dimenzijom poprečnog presjeka 14/18 cm, dok su stupovi i kosnici dimenzija 14/14 cm kako bi imali istu širinu kao i podrožnice koji se na njih naslanjaju. Prostorna stabilnost stupova je osigurana rukama dimenzija 12/14 cm koje se na svaki stup postavljaju u uzdužnom smjeru pod kutem 45°.

Stabilizacija krovišta u ravnini je ostvarena horizontalnih armiranobetonskih serklaža. Stupovi krovišta se u razini potkrovlja obavezno oslanjaju na novoprojektiranu armiranobetonsku ploču preko čelične papuče. Potrebno izvesti i zasjek u dnu stupa prema konstruktivnim detaljima izvedbe u grafičkim priložima. Uzdužne grede koje se ne oslanjaju na stupove obavezno je prihvatiti za zabatne zidove sustavom čelične papuče koja je obavezno vezana za AB zid ili armiranobetonski omeđujući element.

##### **DVOSTREŠNO KROVIŠTE**

Glavna nosiva konstrukcija dvostrešnog krovišta je roženičko krovište. Konstrukcija se sastoji od rogova dimenzija 14/20 te su grebeni i uvale na južnom dijelu krovišta izvedeni pomoću čeličnih profila HEA160. Na sjevernom dijelu se dvostrešno krovište sudara s izdignutim četverostrešnim krovištem. Na spoju ovih struktura se nalazi okvir od čeličnih elemenata, odnosno profila HEA120. Na vrhu krovišta se nalazi sljemena greda dimenzija 16/16 cm.

##### **ČETVEROSTREŠNO KROVIŠTE**

Glavni nosivi sustav je roženičko krovište s rogovima dimenzija 12/16 cm. Na grebenima krovišta se nalaze grebenjače od čeličnih profila HEA160.

**Svi drveni elementi koji tvore nosivu strukturu predviđeni su od lijepljenog lameliranog drva u klasi kvalitete GL24h, dok svi čelični elementi krovišta moraju biti klase S235.**

Prije izrade krovišta potrebno je sve mjere provjeriti u naravi i napraviti geodetski snimak oslonaca, te prema tome napraviti radioničku dokumentaciju. Obaveza izvođača je i ovjera radioničke dokumentacije, od strane glavnog projektanta konstrukcije i ovlaštenog revidenta za konstrukcije.

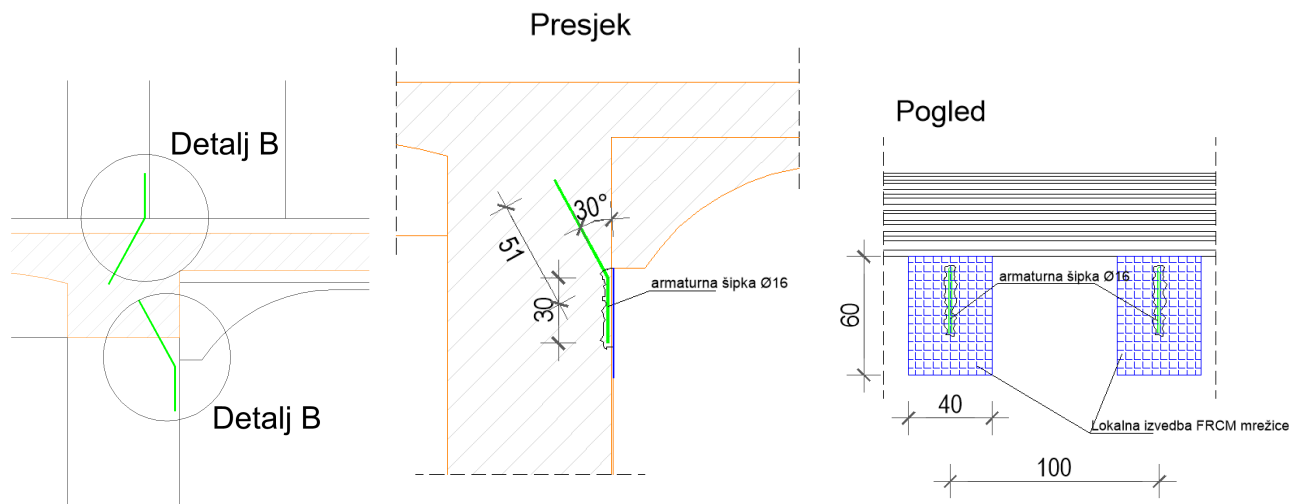
Sve karakteristične detalje prikazane grafičkim priložima u nastavku projekta potrebno prilagoditi nagibima krovišta i drvenim profilima koji se nalaze na tom dijelu krovišta, a spojeve prilagoditi tehnologiji izvedbe!

#### 2.4.1.5.3 Zaštita drvene konstrukcije

Drvene elemente konstrukcije potrebno je prije montaže zaštititi od nametnika te utjecaja vlage. Drvo je materijala kod kojeg se nosivost smanjuje povećanjem vlažnosti, te elemente ne smijemo prije montaže položiti izravno na zemlju, beton, ili ih ostaviti nezaštićene na kiši. Prije montaže drvene elemente je potrebno premazati impregnacijom kao Belinka Belles kako bi se zaštitili od nametnika, nakon toga napraviti dva premaza tankoslojnom lazurnom tipa Belinka Belton, te na kraju jedan finalni premaz debeloslojnom lazurnom tipa Belinka Beltop. Moguće je koristiti i premaze drugih proizvođača koji imaju jednakovrijedna svojstva. Spajala moraju biti vruće pocinčana, te nisu potrebni naknadni premazi.

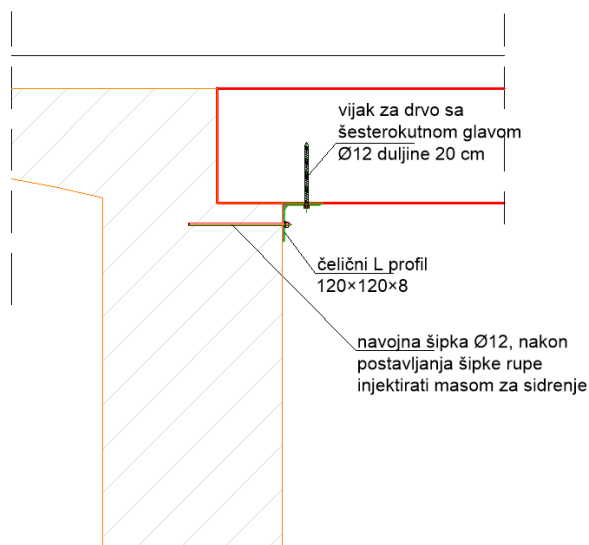
#### 2.4.1.6 **Povezivanje postojećih ojačanih zidova s međуетažnim konstrukcijama**

Predviđeno je linijsko povezivanje ziđa ojačanog FRMC-om pri dnu i pri vrhu sa međуетažnom konstrukcijom. Povezivanje je predviđeno ušlicavanjem i bušenjem armaturnih šipki fi16 svakih 100 cm prema skicama u nastavku:



Prvo je potrebno proštemati šlic duljine 30 cm i dubine 5 cm u zidu, te izbušiti rupu duljine 50 cm pod kutem od 30°. Prije postavljanja šipke kosu rupu je potrebno ispuniti smjesom za sidrenje. Nakon toga postaviti armaturnu šipku, a šlic zapuniti reparaturnim mortom. Na mjestima ušlicavanja gdje se prekinula već postavljena FRCM mrežica lokalno je potrebno sanirati novom FRCM mrežicom područje 40×60cm.

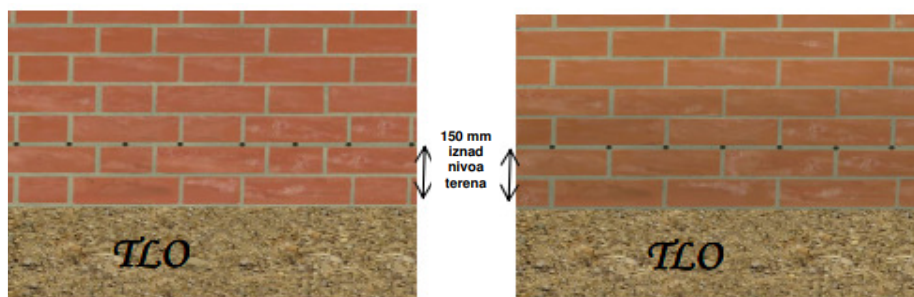
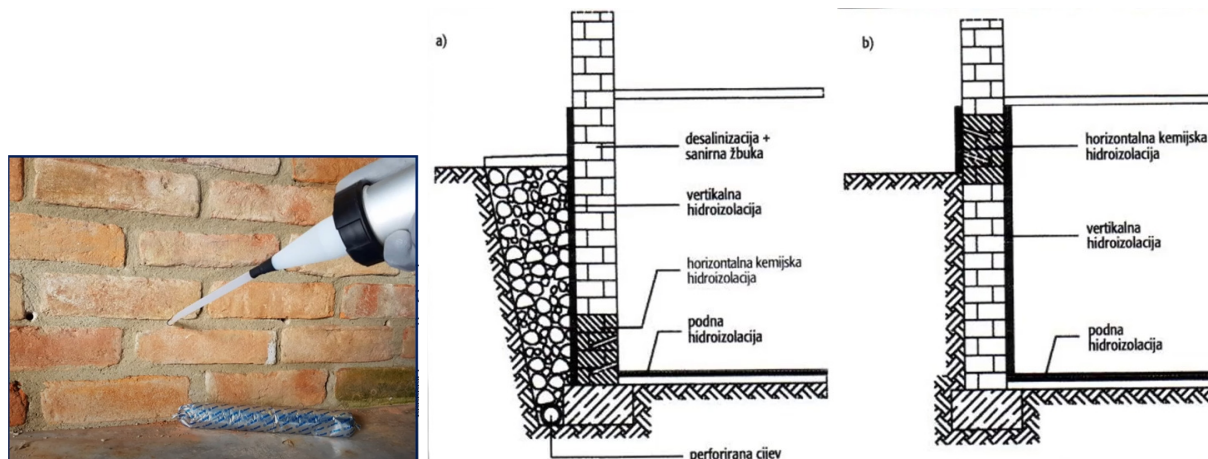
Na mjestima gdje se spregnuta međukatna konstrukcija sastoji od drvenih grednika, zid se s stropom iznad povezuje preko čeličnog L profila 120×120×8 koji se svakih 30 cm povezuje s grednicima preko vijaka za drvo a sa zidom preko navojne šipke i smjese za sidrenje.



#### 2.4.1.7 Prekid kapilarnog odizanja vlage

Kako bi se spriječilo prodiranje kapilarne vlage, preporuka je izvedba hidrofobnih horizontalnih barijera kojima se zapunjavaju otvorene fuge u zidu (djelomično ili u potpunosti) kako bi se spriječio prijenos vode.

Prije izvođenja radova potrebno je ukloniti postojeću oštećenu žbuku. Nakon pjeskarenja zida i uklanjanja prašine, buše se horizontalne rupe  $\Phi 12$  mm na razmaku 12 cm u dubini jednakoj debljini zida umanjenoj za 5 cm. Bušotine očistiti komprimiranim zrakom. Za zidove deblje od 60 cm, poželjno je sanaciju raditi s obje strane zida. Kemijske prekide izvoditi 150 mm iznad vanjske kote tla, ili ako postoji mogućnost otkopavanja s vanjske strane objekta uz izvedbu drenažnih slojeva kemijski prekidi se izvode 150 mm od kote gotovog poda.



*Primjer (način) bušenja za mješoviti (lijevo) i uzdužni (desno) vez*

Nakon kemijskog prekida, slijedi faza isušivanja objekta u periodu 3-4 tjedna u ljetnim mjesecima (u hladnijem periodu i duže). Unesena kemijska barijera protiv prodiranja kapilarne vlage neće odmah isušiti vlažne zidove. U većini slučajeva koncentracija soli u zidu je visoka, pa je potrebno omogućiti iscvjetavanje preostale soli na površinu te nakon toga mehanički ukloniti sol s površine (ne ispirati vodom). Nakon toga mogu uslijediti završni radovi i obrada zida. **Postupak je jednostavan, uredan, nerazoran te je kao takav primjenjiv u povijesnim objektima.**



*Ogledni primjerak iscvjetavanje soli u fazi isušivanja*

#### **2.4.1.8 Temeljna konstrukcija**

Postojeći zidovi su temeljeni zidanim temeljima jednake debljine kao i zid iznad njega različitih dubina. Projektom pojačanja konstrukcije predviđeno je podbetoniranje svih postojećih zidova i izvedba nove temeljne ploče ispod cijelog objekta. Nova ploča se spušta za 50cm niže od postojeće podne ploče. To podrazumijeva kampadni iskop za kampadna ojačanja (podbetoniranja) temelja.

Planiranje iskopa vrši se u prisustvu nadzornog inženjera. Iskop na određenu dubinu završiti neposredno prije početka izvedbe ab tijela ojačanja, odnosno podložnog betona, da se ležajna temeljna ploha tla ispod kampade ne bi raskvasila. Dno iskopa odnosno temelja mora se nalaziti na nosivom tlu bez obzira na projektiranu dubinu temeljenja.



<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

Minimalni presjek gotovog ojačanja (kampade) jednak je debljini zida iznad, i izvodi se s unutrašnje strane postojećeg zida. Sama širina ojačanja presjeka varira ovisno o segmentu kampada koji se izvodi, te ovisno o poziciji temelja. Minimalna debljina vertikalnog elementa betonskog temelja s unutrašnje strane zida, jednaka je polovici debljine zida. U jednakoj visini (dubini), predviđeno je i potkopavanje, odnosno podbetoniranje. Maksimalna dužina pojedine kampade je do 140cm.

Redoslijed i dimenzije kampada su dane u grafičkim prilogima.

Temeljenje nove nosive konstrukcije građevine projektirano je na temeljnoj ploči ispod cijelog objekta te dodatnim AB trakama proširenim s vanjske strane uz južni i istočni fasadni zid, sve dimenzionirano na vertikalno i horizontalno opterećenje iznad. Visina temeljne ploče iznosi  $h=50$  cm, a poprečni presjek L traka uz fasadne zidove  $90 \times 50 \times 30$  cm. Proračun temelja proveden je na istom modelu kao i proračun glavne nosive konstrukcije s upisanom temeljnom pločom kao plošni element odgovarajuće geometrije. Tlo je modelirano popustljivim površinskim osloncem (Winklerov model).

Krutost temeljnog tla određena je s obzirom na prosječna naprezanja u temeljnoj ploči te je uzeta sukladno geotehničkom elaboratu izrađenog od strane tvrtke **PROFELIS d.o.o.** iz travnja 2023. oznaka evidencije geotehničkog elaborata: **08/23**.

Krutost tla u modelu ispod temeljne ploče je upisana u iznosu od 2500 kN/m<sup>3</sup> na manjem dijelu objekta uz sjeveroistočni kut gdje imamo nešto lošije karakteristike tla, dok je na ostatku temeljne ploče krutost tla upisana u iznosu od 3500 kN/m<sup>3</sup>.

Ispod novih temeljnih traka krutost je također upisana prema gorenavedenom geotehničkom elaboratu u iznosu od 3700 kN/m<sup>3</sup> na sjeveroistoku i 6000 kN/m<sup>3</sup> na ostatku traka.

Tijekom iskopa i pripreme temeljnog tla te izvedbe temeljne konstrukcije potrebno je provesti kontrolu svojstava temeljnog tla od strane ovlaštenog geomehaničara. Ovlašteni geomehaničar treba usporediti zatečeno stanje temeljnog tla s ulaznim parametrima u ovom proračunu i rezultate usporedbe evidentirati upisom u građevinski dnevnik. Ako parametri bitno odstupaju od pretpostavljenih u proračunu potrebno je obavijestiti projektanta konstrukcije te je potrebno proračun temeljne konstrukcije ponoviti s novim ulaznim parametrima. Ovaj projekt i proračun ne obrađuje način iskopa i zaštitu eventualne građevne jame. Zaštitu građevne jame, zamjenu materijala i analizu globalne stabilnosti građevine i tla na klizanje treba biti određena od strane ovlaštenog geomehaničara upisom u dnevnik, ili projektom temeljenja. Osiguranje zaštite građevne jame nije predmet ovog elaborata, i projektant konstrukcije ne preuzima odgovornost prilikom iskopa i zamjene tla.

Ako projektom arhitekture nije predviđena izvedba hidroizolacije s vanjske strane građevine tj. nisu osigurani suhi uvjeti u građevini nužno je da temelji i zidovi zadovoljavaju zahtjeve vodonepropusnosti.

<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

### 2.4.1.9 Završne napomene

Prilikom izvođenja radova na pojačanju i obnovi građevine, potrebno se pridržavati svih normi i propisa navedenih u Programu kontrole i osiguranja kvalitete. U nastavku projekta daju se rješenja detalja pojačanja pojedinih dijelova građevine kako bi se u konačnici ispunili svi zahtjevi mehaničke otpornosti i stabilnosti. Građevina će u vrijeme izvođenja radova biti van uporabe te se radovi na svim etažama mogu izvoditi istovremeno. S obzirom na to da se većina zahvata izvodi u unutrašnjosti građevine, okoliš nema utjecaj na svojstva ugrađenih proizvoda te na tehnička svojstva projektiranog dijela građevine, odnosno, građevine u cjelini. Sav ugrađeni materijal treba odgovarati važećim standardima te posjedovati ateste, a moraju se izvoditi prema uputama proizvođača ili tehničkim rješenjima danim u nastavku Projekta. Prilikom izvedbe radova potrebno je pridržavati se mjera zaštite na radu.

## 2.5 Kvaliteta materijala

### Beton za izvedbu konstrukcije:

Za Ab temelje i sve građevinske elemente u dodiru s tlom je odabrano:

- Razred agresivnog djelovanja okoliša: XC2 (zaštitni sloj betona min. 40 mm)
- Razred tlačne čvrstoće betona: C30/37

Za sve ostale AB elemente je odabrano:

- Razred agresivnog djelovanja okoliša: XC1 (zaštitni sloj betona min. 25 mm)
- Razred tlačne čvrstoće betona: C25/30 (ploče i zidovi)

### Čelik za izvedbu armature:

- Konstrukciju treba armirati s betonskim čelikom standardne kvalitete:  
Šipke rebrastog čelika, prema normi HRN EN 10080-B500B,  
Zavarene armaturne mreže, prema normi HRN EN 10080-B500B,

### Konstrukcijski čelik:

Čelični elementi krovišta: S235 JR/J0/J2

### Drvena konstrukcija:

Lijepljeno lamelirano drvo u klasi kvalitete GL24h

## 2.6 Opterećenje

Vertikalno opterećenje na građevinu je određeno u skladu s normama za opterećenja HRN EN 1991-1-1:2012, HRN EN 1991-1-3:2012 i ustanovljenim slojevima predmetnih građevina. Prema normi HRN EN 1991-1-3:2012 i nacionalnom dodatku HRN EN 1991-1-3:2012/NA:2012, građevina se nalazi u 3. snježnom području (Zagreb, Kontinentalna Hrvatska).

Horizontalno opterećenje na građevinu uzeto je u skladu s normom za seizmiku HRN EN 1998-1:2011 i nacionalnim dodatkom HRN EN 1998-1:2011/NA:2011, te normom za opterećenje vjetrom HRN EN 1991-1-4:2012 i nacionalnim dodatkom HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012.

Prema normi HRN EN 1998-1:2011 i nacionalnom dodatku HRN EN 1998-1:2011/NA:2011 građevina se nalazi u području s ubrzanjem tla za povratno razdoblje od 475 godina (TNCR = 475 g.):  $ag_R = 0,26 \times g$ , a prema normi HRN EN 1991-1-4:2012 i nacionalnom dodatku HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012 osnovna brzina vjetra je  $v_b = 25,0 \text{ m/s}$ . U ovom projektu provedena je i kontrola nosivosti betonske konstrukcije na požarno opterećenje sukladno normama: HRN EN 1991-1-2:2012 i HRN EN 1992-1-2:2013.

<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

## 2.7 Podupiranje za vrijeme gradnje

Glavni izvođač građevinskih radova dužan je izraditi projekt podupiranja i skela za privremeno pridržavanje konstrukcije prilikom izvođenja radova. Projekt podupiranja mora biti u skladu s tehnologijom koju izvođač posjeduje.

Posebnu pažnju je potrebno obratiti na podupiranje zidova prilikom kampadnog izvođenja nove temeljne ploče, također i kod rušenja južnog zida stubišta i jezgre dizala izraditi projekt privremenog podupiranja stropnih konstrukcija dok se ne izvedu novi AB zidovi.

Skele i oplate, uključujući njihove potpore i temelje, treba projektirati i konstruirati tako da su:

- otporne na svako djelovanje kojem su izložene tijekom izvedbe,
- dovoljno čvrste da osiguraju zadovoljenje tolerancija uvjetovanih za konstrukciju i spriječe oštećivanje konstrukcije.
- oblik, funkcioniranje, izgled i trajnost stalnih radova ne smiju biti ugroženi ni oštećeni svojstvima skela i oplate te njihovim uklanjanjem.
- skele i oplate moraju zadovoljavati mjerodavne hrvatske i europske norme.

Izvođač je dužan dostaviti projekt podupiranja i skela projektantu na ovjeru.

## 2.8 Način proračuna

Proračun je napravljen uz pomoć programskih paketa Tower 8, Office paketa i uz pomoć tablica i izraza iz literature. Proračun je napravljen poštujući sva pravila proračuna unutarnjih sila konstrukcije prema teoriji linearne elastičnosti i dimenzionirajući je prema graničnim stanjima definiranim važećim *Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije („Narodne novine“ broj 17/17,75/20, 7/22)*

**Sukladno TPGK - stavak 3 , članka 24a (izmjena 75/20) obnovom građevinske konstrukcije zgrade u skladu s propisom ne smije se nepovoljno utjecati na ispunjavanje ostalih temeljnih zahtjeva u odnosu na razinu na kojoj su bili ispunjeni prije potresa. Stoga se ovim projektom samo obuhvaća popravak i pojačanja konstrukcijskih i/ili nekonstrukcijskih elemenata s razinom obnove koja je primjerena opasnosti područja, oštećenju zgrada i potresnom riziku zgrade, a vezano za potresnu oštetljivost zgrade i njezinu namjenu.**

**Dokazivanje drugih temeljnih zahtjeva za konstrukciju nije predmet ovog projekta, te se tehničkim rješenjima sanacije prikazanim u njemu, ne umanjuju temeljni zahtjevi zaštite od požara.**

Analiza provedena u elaboratu napravljena je tako da su za nosive elemente konstrukcije napravljeni ravninski i prostorni numerički modeli, ovisno o vrsti konstrukcijskog elementa i proveden je proračun u skladu s važećom tehničkom regulativom. Nakon toga su provedene minimalne intervencije na numeričkim modelima u cilju poboljšanja stanja konstrukcije kako bi se vidio doprinos mogućih najjednostavnijih intervencija u cilju zadovoljenja pouzdanosti određene važećom tehničkom regulativom. Statički proračun i dimenzioniranje je provedeno uzimajući u obzir kriterij za krajnje granično stanje konstrukcije te uzimajući u obzir zadovoljenje horizontalnih pomaka građevine.

Na kraju analize dane su zaključne napomene te tehnička rješenja pojačavanja konstrukcije.

## 2.9 Zakoni, propisi, norme, literatura

- Zakon o obnovi zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije ("Narodne novine" broj 102/20, 10/21, 117/21)
- Program mjera obnove zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije ("Narodne novine" broj 137/21)
- Pravilnik o sadržaju i tehničkim elementima projektne dokumentacije obnove, projekta za uklanjanje zgrade i projekta za građenje zamjenske obiteljske kuće oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije i Zagrebačke županije ("Narodne novine" broj 127/20)
- Zakon o gradnji („Narodne novine“ broj 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
- Zakon o građevnim proizvodima („Narodne novine“ broj 76/13, 30/14, 130/17, 39/19, 118/20)
- Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju („Narodne novine“ broj 78/15, 114/18, 110/19)
- Zakon o prostornom uređenju („Narodne novine“ broj 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19)
- Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje („Narodne novine“ broj 78/15, 118/18, 110/19)
- Zakon o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara („Narodne novine“ broj 69/99, 151/03, 157/03, 100/04, 87/09, 88/10, 61/11, 25/12, 136/12, 157/13, 152/14, 98/15, 44/17, 90/18, 32/20, 62/20, 117/21)
- Tehnički propis za građevinske konstrukcije („Narodne novine" broj 17/17,75/20, 7/22)
- Pravilnik o kontroli projekata („Narodne novine“ broj 32/14, 72/20)
- Zakon o zaštiti od požara („Narodne novine“ 92/10)
- HRN EN 1990 – Osnove projektiranja konstrukcija s pripadnim nacionalnim dodatkom - norma HRN EN 1990/NA
- Niz normi HRN EN 1991 – Djelovanja na konstrukcije s pripadnim nacionalnim dodacima - niz normi HRN EN 1991/NA
- Niz normi HRN EN 1992 – Projektiranje betonskih konstrukcija s pripadnim nacionalnim dodacima - niz normi HRN EN 1992/NA
- Niz normi HRN EN 1993 – Projektiranje čeličnih konstrukcija s pripadnim nacionalnim dodacima - niz normi HRN EN 1993/NA
- Niz normi HRN EN 1994 – Projektiranje spregnutih konstrukcija s pripadnim nacionalnim dodacima - niz normi HRN EN 1994/NA
- Niz normi HRN EN 1995 – Projektiranje drvenih konstrukcija s pripadnim nacionalnim dodacima - niz normi HRN EN 1995/NA
- Niz normi HRN EN 1996 – Projektiranje zidanih konstrukcija

s pripadnim nacionalnim dodacima - niz normi HRN EN 1996/NA

- Niz normi HRN EN 1997 – Geotehničko projektiranje s pripadnim nacionalnim dodacima - niz normi HRN EN 1997/NA
- Niz normi HRN EN 1998 – Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija s pripadnim nacionalnim dodacima - niz normi HRN EN 1998/NA
- Potresno inženjerstvo - obnova zidanih zgrada, Građevinski fakultet Zagreb, 2021.
- [UPPO] Urgentni program potresne obnove - UPPO; Milan Crnogorac, Mario Todorić, Mario Uroš, Josip Atalić; Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska, komora inženjera građevinarstva, 2020.
- Zidane konstrukcije. Autor: prof. dr. sc. Zorislav Sorić, 2016
- Konstrukcijska pojačanja zidanih zgrada – metode i primjeri, izv. prof. dr. sc. Marijana Hadzima-Nyarko, dipl.ing. građ., izv.prof.dr.sc. Naida Ademović, dipl.ing.građ., dr.sc. Mario Jeleč, mag.ing.aedif., Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek, 2020
- [P1] Priručnik za protupotresnu obnovu postojećih zidanih zgrada, Josip Galić, Hrvoje Vukić, Davor Andrić, Lucija Stepinac, Arhitektonski fakultet Zagreb,2020.
- [P2] Protupotresna ojačanja konstrukcija, MAPEI CROATIA d.o.o.
- [B1] Hrvatski proizvodi u sanaciji potresom oštećenih objekata, SAMOBORKA,Samobor
- [B2] Brošure Knauf Hrvatska

## 2.10 Prikaz oštećenja konstrukcije građevine

### 2.10.1 Općenito

U sklopu akcije civilne zaštite Grada Zagreba uz akciju inženjera volontera, nakon potresa snage 5.5 prema Richteru koji se dogodio 22.3.2020., provedeni su brzi pregledi konstrukcija građevina u svrhu prvog pregleda narušene nosivosti i stabilnosti uz prve procjene rizika i potrebe iseljenja građevine za možebitni slučaj ponovljenog potresa. Nakon provedenih brzih pregleda, koji su morali biti brzi radi velikog broja građevina, građevinama su dodjeljivane naljepnice s već dobro poznatim bojama: zelena, žuta i crvena. S tim da je u početnom periodu veliki broj građevina dobio žutu i crvenu oznaku zbog narušene nosivosti i stabilnosti zabata i dimnjaka.



**Slika 17. Oznake kategorije upotrebljivosti građevina**

#### **N1 – Neuporabljivo – zbog vanjskog utjecaja**

Građevina je opasna zbog mogućnosti urušavanja masivnih dijelova susjedne građevine. Uslijed takve opasnosti preporuka je da se u takvim zgradama nikako ne boravi.

#### **N2: Neuporabljivo – zbog oštećenja**

Zgrada ima velika oštećenja u nosivom sustavu, postoje urušavanja nosivih i nenosivih elemenata. Preporuka je da se ne ulazi i boravi u zgradi. To nužno ne znači da se zgrada mora rušiti - takve odluke se donose u sljedećim fazama.

#### **PN1: Privremeno neuporabljivo – potreban detaljan pregled**

Zgrada ima umjerena oštećenja bez opasnosti od urušavanja. Nosivost zgrade djelomično je narušena. Ne preporučuje se boravak u zgradi, odnosno građani u takvoj zgradi borave na vlastitu odgovornost. Kraći je boravak u zgradi moguć, uz savjete građevinskoga stručnjaka koji se odnose na potrebne mjere i ograničenje boravka (ovisno o opasnosti). Građevinski stručnjak daje preporuke za uklanjanje opasnosti.

#### **PN2: Privremeno neuporabljivo – potrebne mjere hitne intervencije**

Zgrada ima umjerena oštećenja bez opasnosti od urušavanja, ali ne može se upotrebljavati zbog potencijalne opasnosti urušavanja pojedinih elemenata sa same zgrade. Građevinski stručnjak utvrđuje hitne mjere intervencije i daje upute korisnicima. Privremena neupotrebljivost može se odnositi samo na neke dijelove zgrade (potkrovlje, pojedini kat, stan itd.)

#### **U1: Uporabljivo bez ograničenja**

Zgrada se može upotrebljavati. Zgrada nema oštećenja ili ima mala oštećenja koja nisu opasnost za nosivost i uporabljivost zgrade.






#### **U2: Uporabljivo s preporukom o postupanju**

Zgrada se može upotrebljavati u skladu s predviđenom namjenom, osim u pojedinim dijelovima u kojima postoji neposredna opasnost za dio zgrade. Građevinski stručnjak daje preporuke za uklanjanje opasnosti (primjerice dimnjaka) i preporuke korisnicima za privremeno ograničavanje boravka u pojedinim dijelovima zgrade. Nakon uklanjanja opasnosti zgrada se može upotrebljavati bez ograničenja.

Podjela koja se najčešće navodi i često upotrebljava kao osnova za kategorizacije oštećenja i uporabljivost zgrade temelji se na EMS-98 ljestvici pomoću koje se uobičajeno određuje i intenzitet potresnoga djelovanja. Primjeri podjele građevina u pet kategorija s obzirom na stupanj oštećenja i uporabljivost zgrade nakon potresa prikazani su na slici 18.. Slika 19. daje shematski pregled stupnjeva oštećenja i najučestalijih odgovarajućih stanja konstrukcijskih i nekonstrukcijskih elemenata za zidane i armiranobetonske konstrukcije prema EMS-98 klasifikaciji.

Kategorija	Korištenje objekta	Opis	Primjeri	
I	bez ograničenja	NEZNATNA NEKONSTRUKTIVNA OŠTEĆENJA nema vidljivih oštećenja, manje pukotine na sekundarnim elementima <i>ne ugrožava sigurnost korisnika zbog pada mogućih nekonstrukcijskih elemenata</i>		
II	ograničeno korištenje	NEZNATNA KONSTRUKTIVNA OŠTEĆENJA pukotine na zidu, oštećenja nekonstrukivnih dijelova građevine, lasaste pukotine na nosivim AB elementima, nosivost konstrukcije nije ugrožena. moguće otpadanje pojedinih dijelova nekonstrukivnih elemenata		
III	privremeno ne koristiti	UMJERENA KONSTRUKTIVNA OŠTEĆENJA Velike i duboke pukotine na zidovima, pukotine i oštećenja stupova, nosivost djelomično smanjena, privremeno iseljenje, konstruktivna sanacija		
IV	ne koristiti	ZNAČAJNA KONSTRUKTIVNA OŠTEĆENJA otvaraju se rupe i urušavaju se zidovi, slom oko 40% konstruktivnih komponenti, građevina je u opasnom stanju, zahtjeva iseljenje, detaljna sanacija ili rušenje		
V	ne koristiti	SLOM CJELOKUPNE GRAĐEVINE Veliki dio ili cijela građevina se urušila, rušenje i rekonstrukcija		

**Kategorije oštećenja prema EMS-98**

<i>Kategorija</i>	<i>Skica</i>	<i>Detaljan opis</i>
I		<p><b>Neznatno do blago oštećenje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zanemarivo konstruktivno oštećenje</li> <li>- blago nekonstruktivno oštećenje</li> </ul> <p>Vrlo tanke pukotine u ponekim zidovima Otpadanje malih komada žbuke Vrlo rijetko otpadanje pojedinačnih odvojenih dijelova ziđa</p>
II		<p><b>Umjereno oštećenje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- blago konstruktivno oštećenje</li> <li>- umjereno nekonstruktivno oštećenje</li> </ul> <p>Pukotine u brojnim zidovima Otpadanje većih komada žbuke Djelomično otkazivanje dimnjaka</p>
III		<p><b>Značajno do teško oštećenje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- umjereno konstruktivno oštećenje</li> <li>- teško nekonstruktivno oštećenje</li> </ul> <p>Velike, razvedene pukotine u većini zidova Otpadanje crijepa Otkazivanje dimnjaka u razini krova Otkazivanja pojedinačnih nekonstruktivnih elemenata (pregradni, zabatni zidovi)</p>
IV		<p><b>Vrlo teško oštećenje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- teško konstruktivno oštećenje</li> <li>- vrlo teško nekonstruktivno oštećenje</li> </ul> <p>Značajno otkazivanje zidova Djelomično otkazivanje konstrukcija krovova i međukatnih konstrukcija</p>
V		<p><b>Otkazivanje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vrlo teško konstruktivno oštećenje</li> </ul> <p>Potpuno ili gotovo potpuno rušenje</p>

**Stupnjevi oštećenja za zidane i ab zgrade prema EMS-98 klasifikaciji**



<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

Kao rezultat navedenih brzih pregleda, građevinama su dodijeljene naljepnice prikazane na slici 17. Predmetna građevina prema zatečenim oštećenjima konstrukcije je označena žuto. Zgradi ne prijete rušenje uslijed uobičajnih opterećenja korištenja ali nije otporna na potresno opterećenje jer su nosivi zidovi prekoračili nosivost. Kako su potresi učestala pojava, potrebno je zgradu vratiti u prvobitno stanje te sukladno pozitivnim propisima na snazi, ojačati njezinu otpornost na potres.

## 2.10.2 Oštećenja nosivih konstrukcija

Izvršen je vizualni pregled stanja konstrukcije te je uočeno sljedeće:

Prema HRN EN 1998-3; Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija -- 3. dio: Ocjenjivanje i obnova zgrada građevina nije udovoljila „Zahtjevu da ne smije doći do rušenja“, odnosno došlo je do lokalnog rušenja zabata i zidova no zgrada je zadržala konstrukcijsku cjelovitost i preostalu nosivost nakon potresa.

Građevina nije u potpunosti udovoljila „Zahtjevu ograničenog oštećenja“, odnosno došlo je do pojave oštećenja i njima pridruženih ograničenja upotrebe koji će prouzročiti troškove sanacije nosivih konstrukcija i građevinsko obrtničkih radova.

Većina oštećenja nastala je na mjestima zazidanih otvora u nosivim i pregradnim zidovima. Značajna oštećenja su prisutna i u vidu dijagonalnih pukotina na svim nadvojima u nosivim zidovima (unutrašnjim i vanjskim). Parapeti zidova uličnih pročelja također su zadobili kose pukotine. Kose pukotine prisutne su i na zidovima i nadvojima stubišta.

Većina potresom aktivirane mase međukatnih konstrukcija je prenesena uzdužnim zidovima, u vlastitoj ravni i okomito na nju.

Budući da je zapadni zid potkrovlja cijelom svojom visinom bočno nepridrzan, vrh uzdužnog zapadnog zida potkrovlja (prema dvorištu; jednostrešni krov) se izbočio van svoje ravnine.

U podrumskoj etaži oštećenja su minimalna. U podrumu je vidljiva prisutnost vlage.

## 2.10.3 Oštećenja nenosivih dijelova građevine

Na nenosivim konstrukcijama uočeno je sljedeće:

- Oštećenja na mjestima zazidanih otvora u pregradnim zidovima
- Na pregradnim zidovima su izražene dijagonalne pukotine
- Žbuka na stropovima je popucala uz rubove prostorija te uzduž zidanih svodova nad hodnicima.
- 
- Oštećena je i djelomice otpala žbuka s podgleda stropova i zidova i kutova na spoju sa zidovima.
- Oštećeni gotovo svi parapeti i nadvoji iznad prozora

## 2.10.4 Analiza stanja i mišljenje o razlozima nastanka pukotina

Građevina Državne revizije u Tkalčićevoj je višestruko dograđivana i nadograđivana zgrada tijekom povijesti korištenja. Osnovni konstrukcijski sustav je neomeđeno žide zidano od kamena i opeke. Sustav međukatne konstrukcije su zidani svodovi iznad suterena i prizemlja na većini tlocrta te drveni grednik sa šutom iznad ostalih etaža. Izvorni nedostaci predmetne građevine su uglavnom spojevi različitih tipova konstrukcija iz različitih perioda korištenja građevine te spojevi materijala različitih karakteristika (kamen – opeka, čelik – opeka, kamen – čelik i sl.) kao i oslabljenja u konstrukciji koja su nastala tijekom korištenja zbog prenamjene prostora.

Pukotine nastale u zoni otvora u nosivim zidovima pojavljuju se kao posljedica oslabljenja zidane strukture izvedenim otvorom, te koncentracijom naprezanja unutar zidane konstrukcije zbog preraspodjele opterećenja oko otvora. Pukotine evidentirane u području oko otvora očekivane su i s obzirom na strukturu istih, (širenje u zoni oko spoja horizontalnog i vertikalnog dijela otvora bez posmicanja dijelova zida izvan ravnine) ne predstavljaju konstruktivnu ugrozu u fazi mirovanja objekta.

Pukotine nastale na spoju stropne konstrukcije drvenog grednika i zidova pojavljuju se kao posljedica pojave lokalnog naprezanja uslijed velikog rada međukatnih konstrukcija (budući da su one fleksibilne i zglobno spojene na zidove) u odnosu na nosivu strukturu zidova kod pojave potresnoga opterećenja.

Pukotine u stropnoj konstrukciji bačvastih i križnih opečnih svodova nastale su uslijed značajnog pomaka tjemena svoda uslijed horizontalne sile. Svodovi su konstruirani za preuzimanje horizontalnog tereta poda i

prenošenje na zidove putem tlačne ljuske. Kako je horizontalnom potresnom silom strop s jedne strane opterećen dodatno na tlak, što ne predstavlja problem za veliki tlačni kapacitet svoda, tako je druga strana svoda (zrcalno simetrična) vlačno opterećena i to uzrokuje pukotine u svodu. Ciklički (valni) karakter potresnog opterećenja naizmjenično opterećuje suprotne strane svoda čas tlakom, a čas vlakom. Dostatno velika potresna sila uzrokuje izbacivanje tjemena iz stanja ravnoteže uslijed naglog rasterećenja. Takve pukotine se mogu vidjeti na stubištu i hodnicima gdje su pukotine izražene gotovo na svim etažama.

Predmetna građevine od nearmiranog ziđa, osim što nije projektirana na seizmička opterećenja pokazala se izrazito podložna lokalnim mehanizmima otkazivanja zida izvan ravnine. Ovi oblici otkazivanja zidova mogu značajno ugroziti sveukupnu vertikalnu nosivost i stabilnost konstrukcije, a vrlo su opasni, jer direktno ugrožavaju ljudski život. Otkazivanje izvan ravnine karakteristično je za fasadne i zabatne zidove koji nisu dovoljno dobro povezani sa stropovima i poprečnim zidovima, što je kod naše zgrade vidljivo u etaži drugog kata. Posebno su ranjivi zidni elementi u višim etažama budući da su tijekom potresa izloženi većim amplitudama pomaka te obično i većim ubrzanjima, a osim toga vitkiji su u odnosu na zidove u prizemlju te manje pritisnuti teretom viših etaža koje za ovaj mehanizam otkazivanja obično ima stabilizirajući efekt.

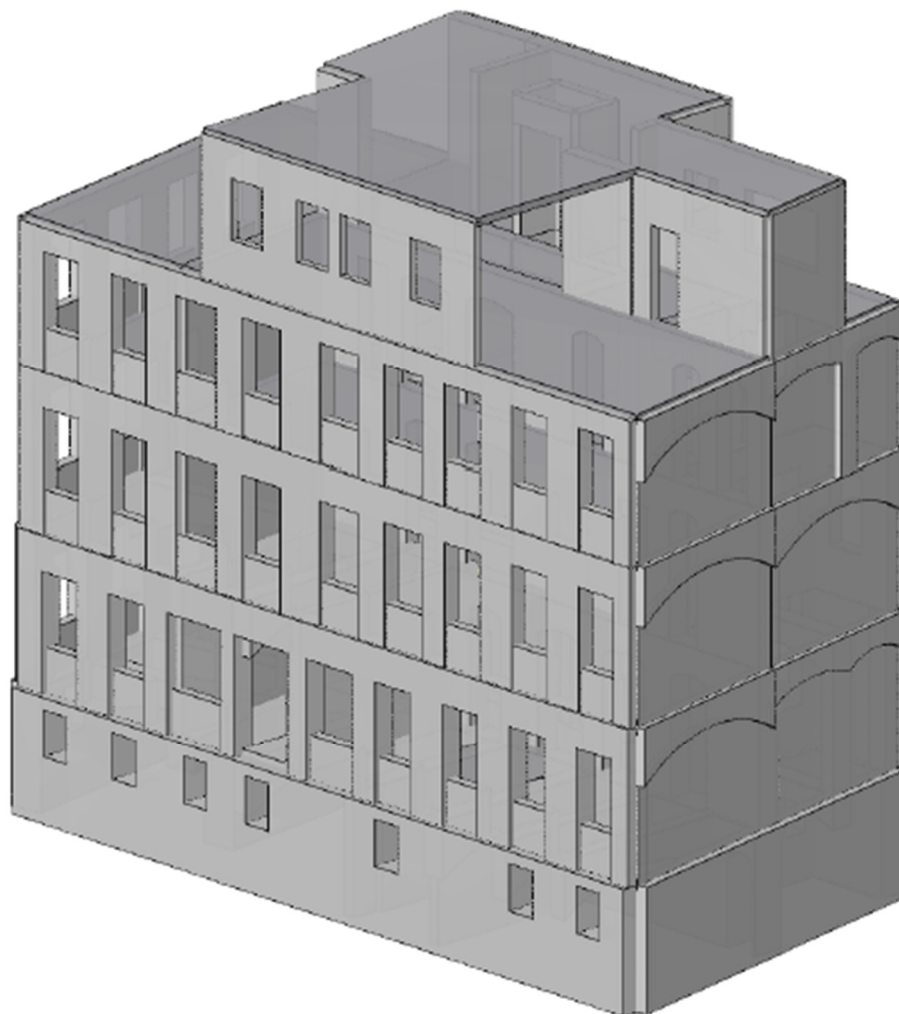
Višestrukim adaptacijama i prenamjenama prostora neki su otvori zatvarani ispunom punom ili šupljom opekom ugrađenom između drvenih dovratnika bez obrade spoja na mjestima spojeva dvaju materijala, pa su se spojevi otvorili uz pojavu sitnih pukotina i oštećenja za vrijeme potresa. Također, dogradnje i adaptacije tijekom povijesti nisu učvršćivale zgradu već su je oslabljivale svakom sljedećom adaptacijom odnosno dogradnjom.

Osim pojave lokalnih pukotina u žbuci na pregradnim zidovima, spojevima pregradnih zidova s nosivim zidovima i međukatnim konstrukcijama, u nadvojima, na mjestu vođenja instalacija i slično, pojavile su se i ozbiljne kose i vertikalne pukotine u tim zidovima što je rezultat manjeg broja zidova u poprečnom smjeru stoga su se i ovi pregradni zidovi aktivirali u potresu.

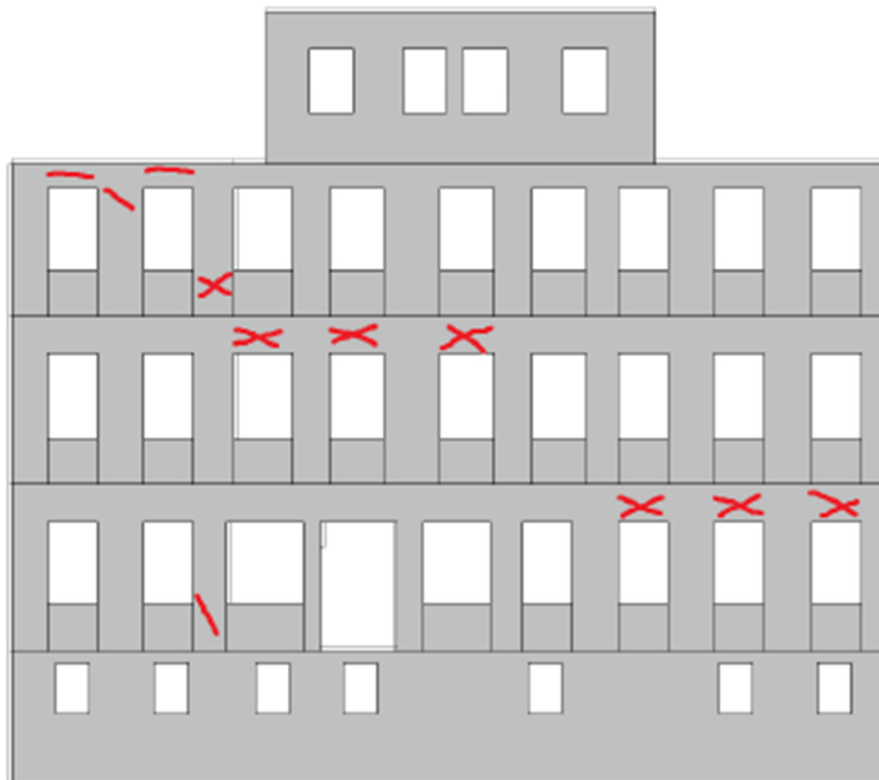
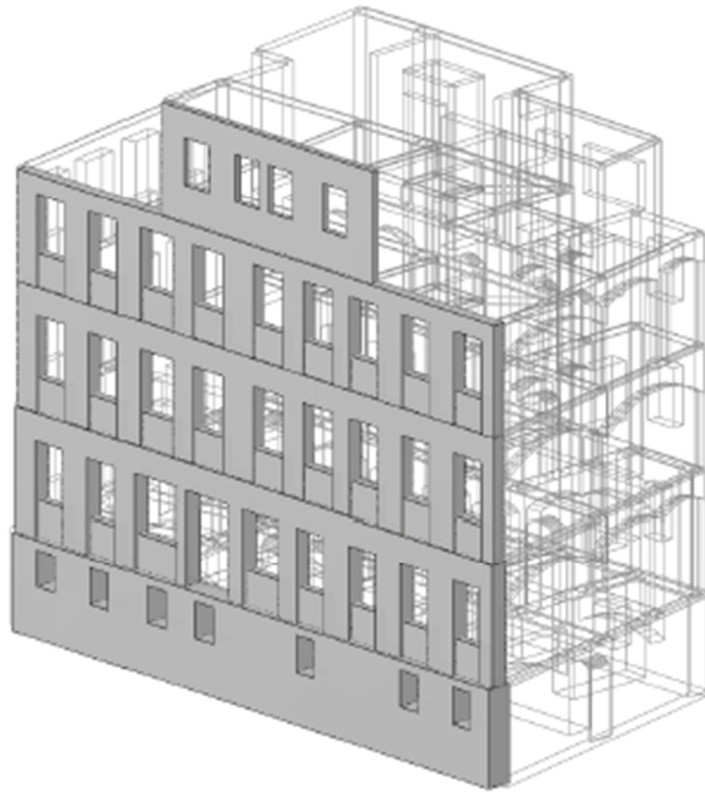
### 2.10.5 Mapiranje oštećenja s fotodokumentacijom

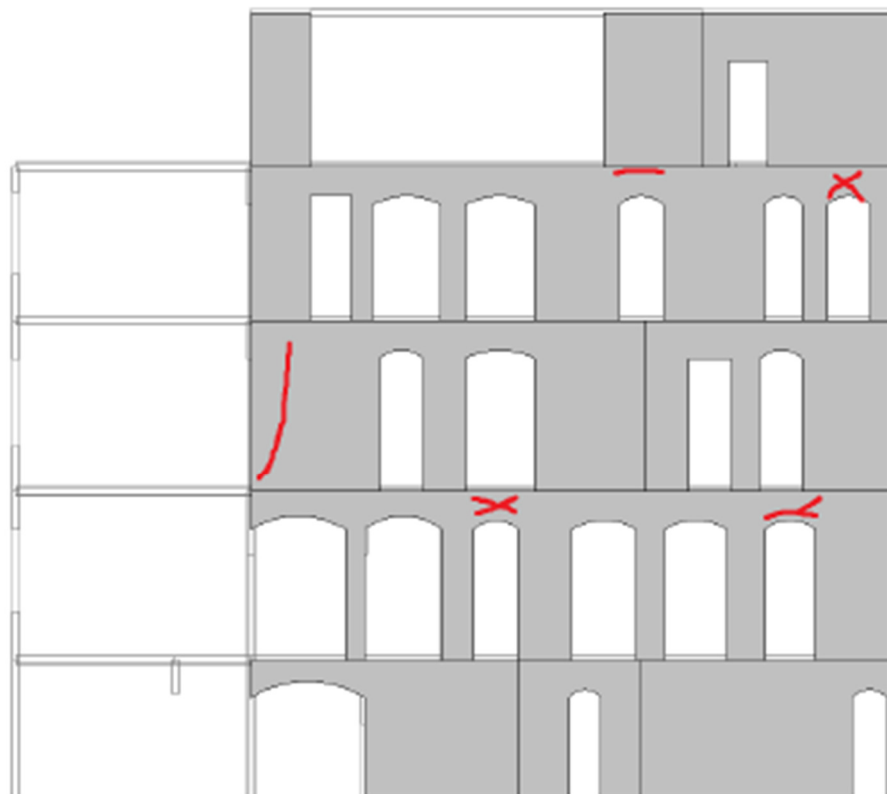
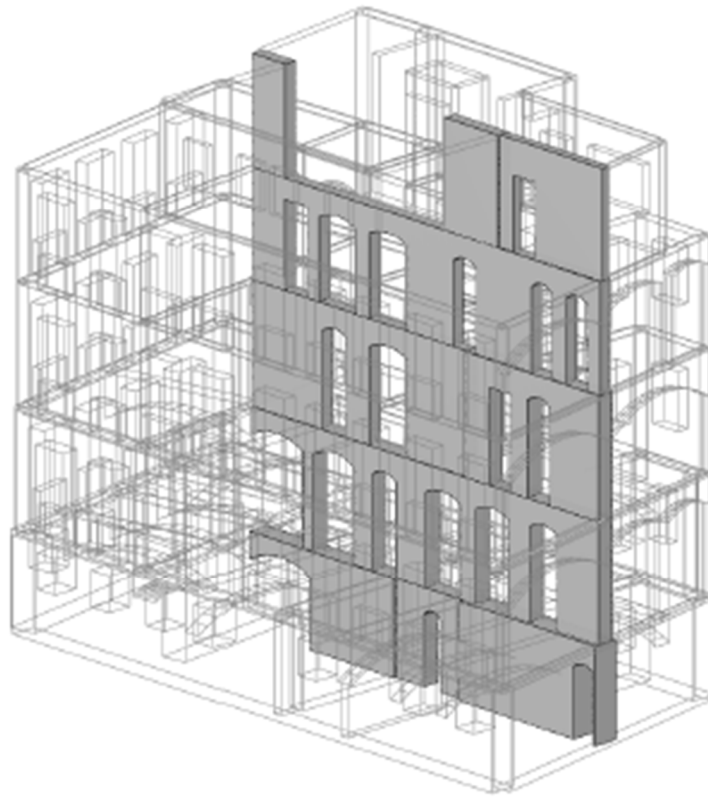
Fotodokumentacija i prikaz položaja oštećenja preuzet je iz Elaborata postojećeg stanja građevinske konstrukcije koji je u srpnju 2020. godine izradila tvrtka „Studio Arhing“ (broj projekta: 25/50, projektant: Juraj Pojatina, dipl.ing.grad.).

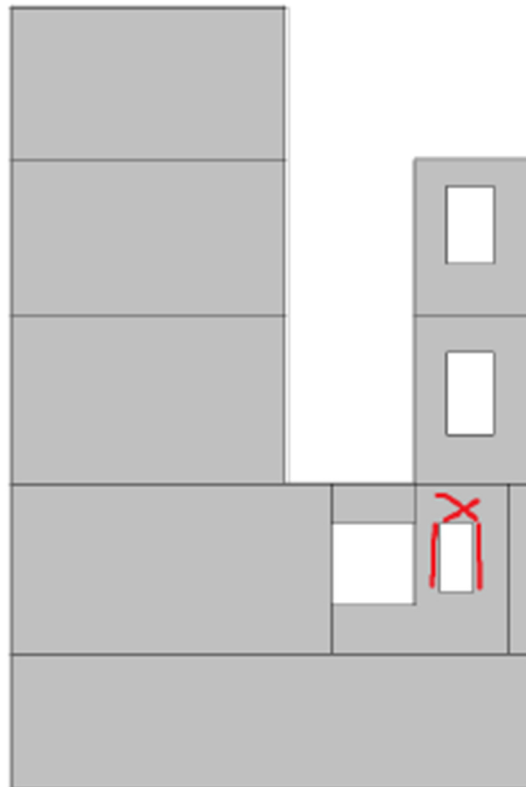
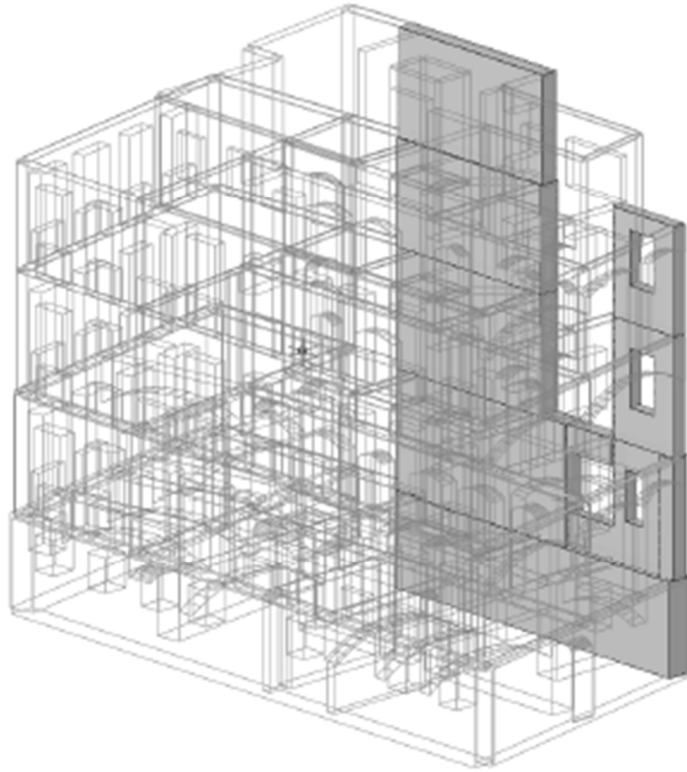
STUDIO ARHING

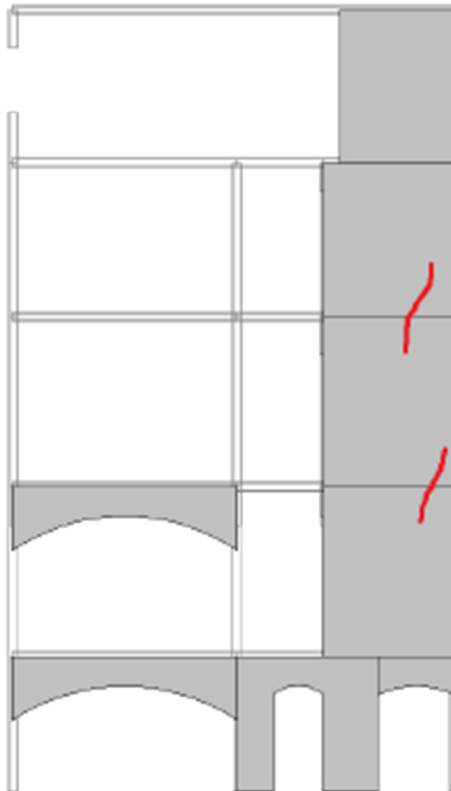
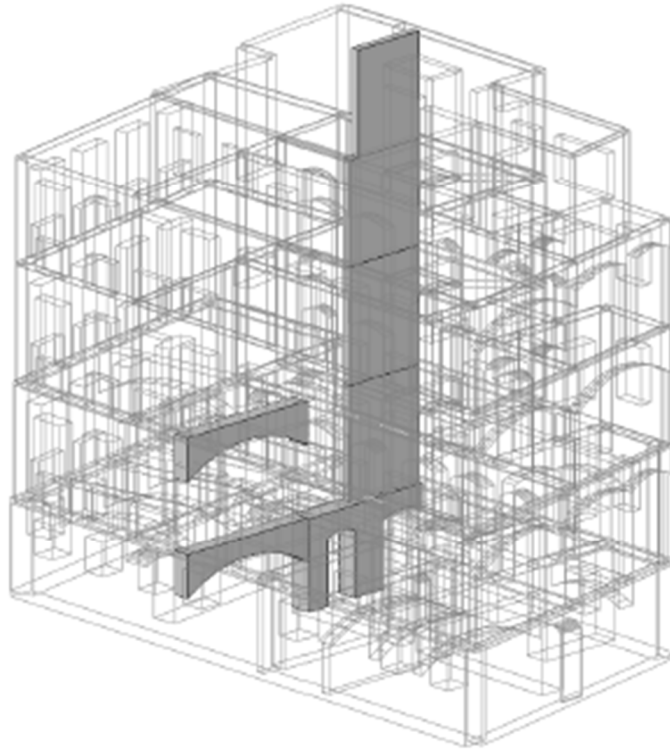


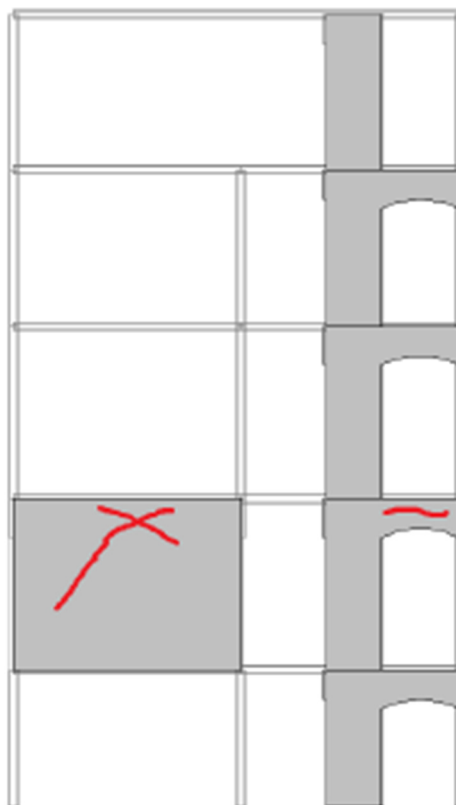
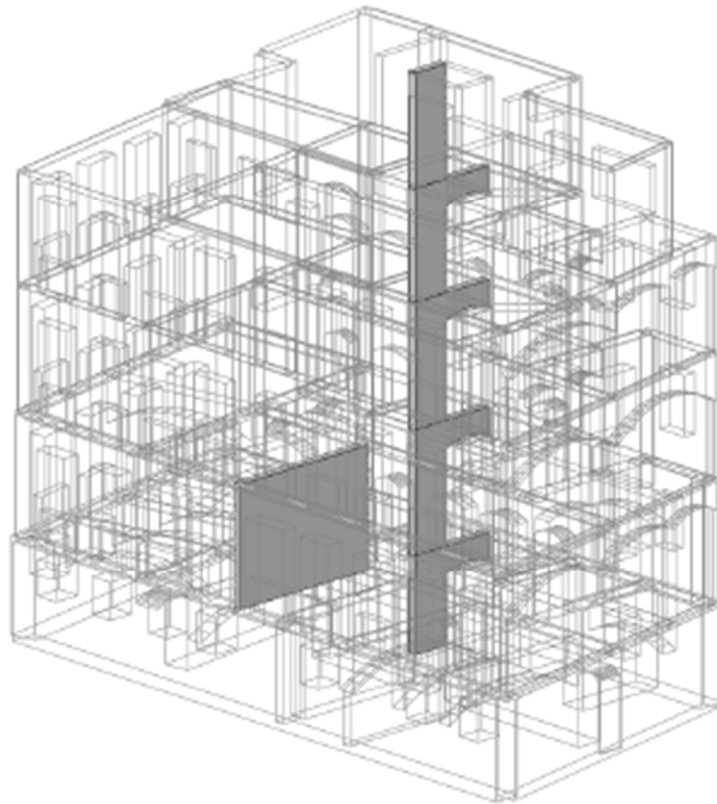
— Pukotina u zidu



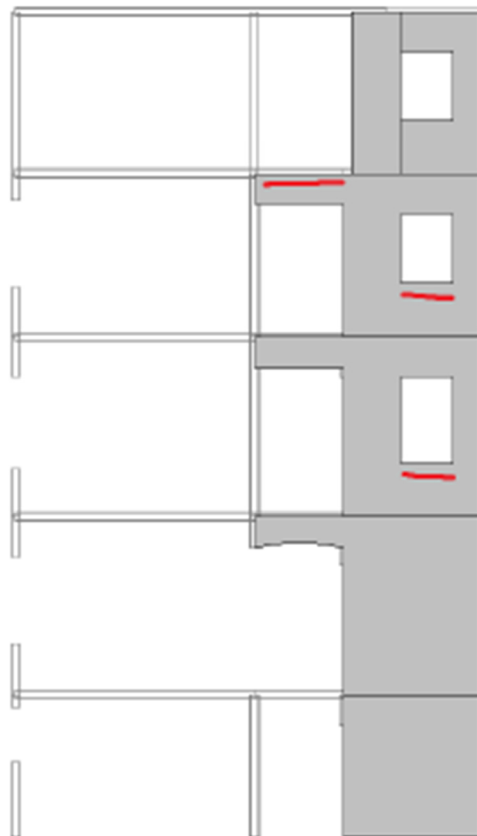
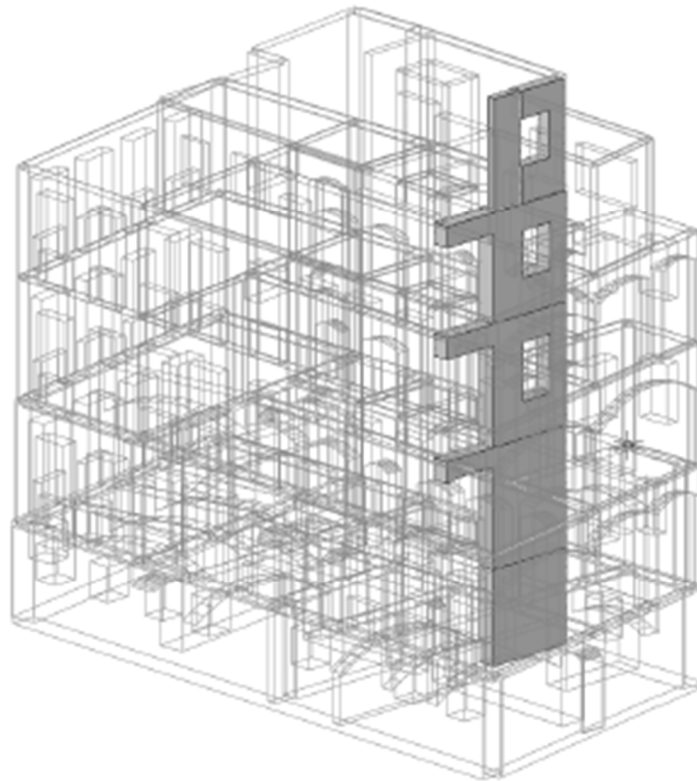


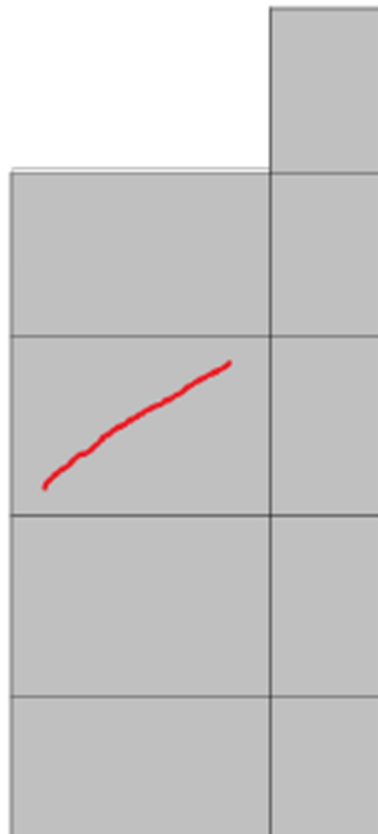
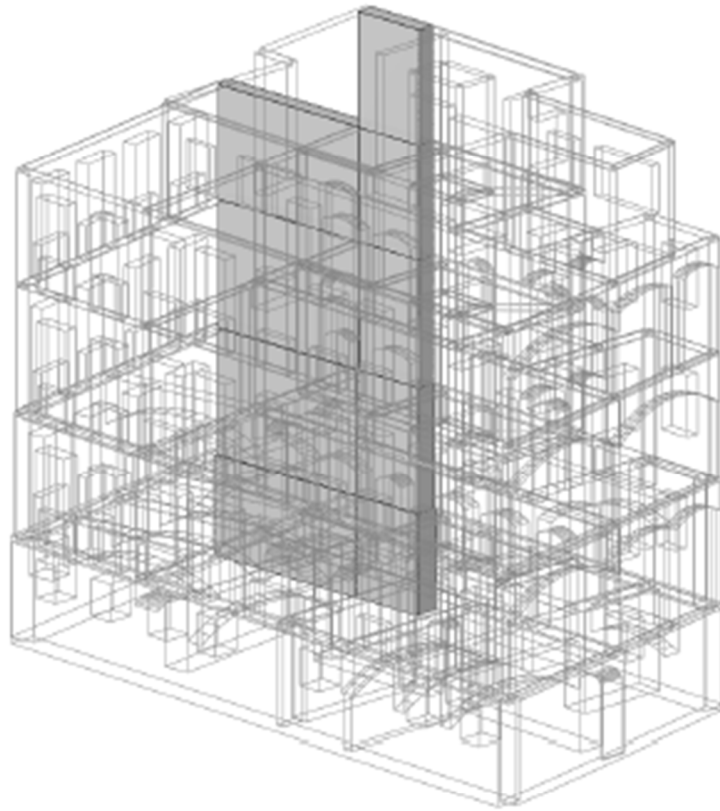


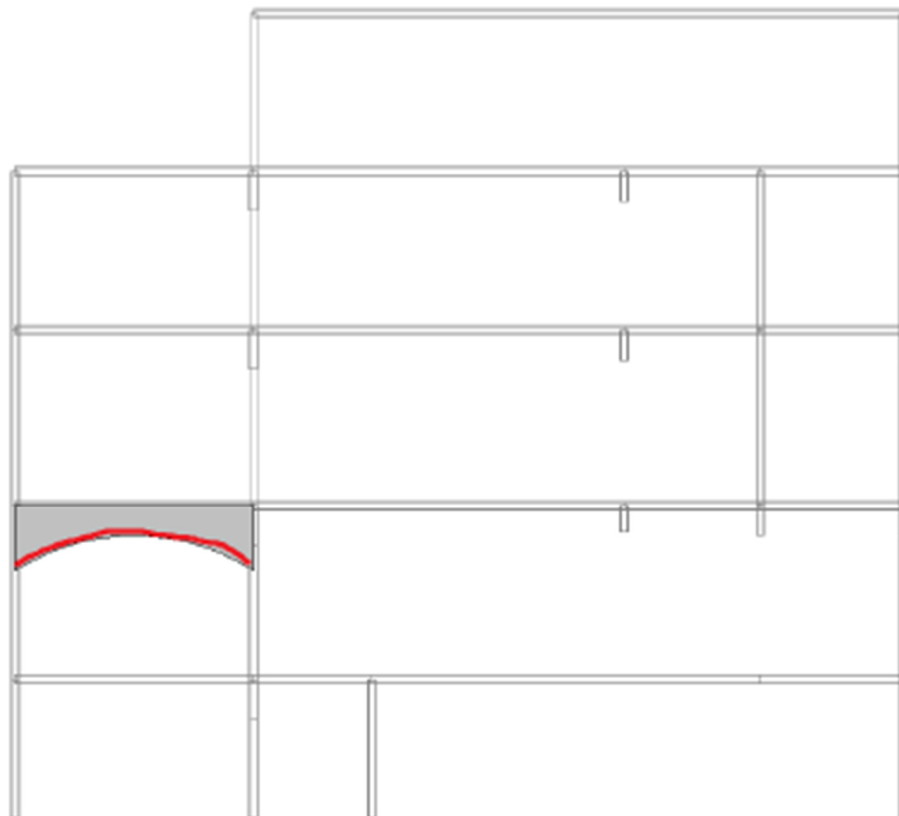
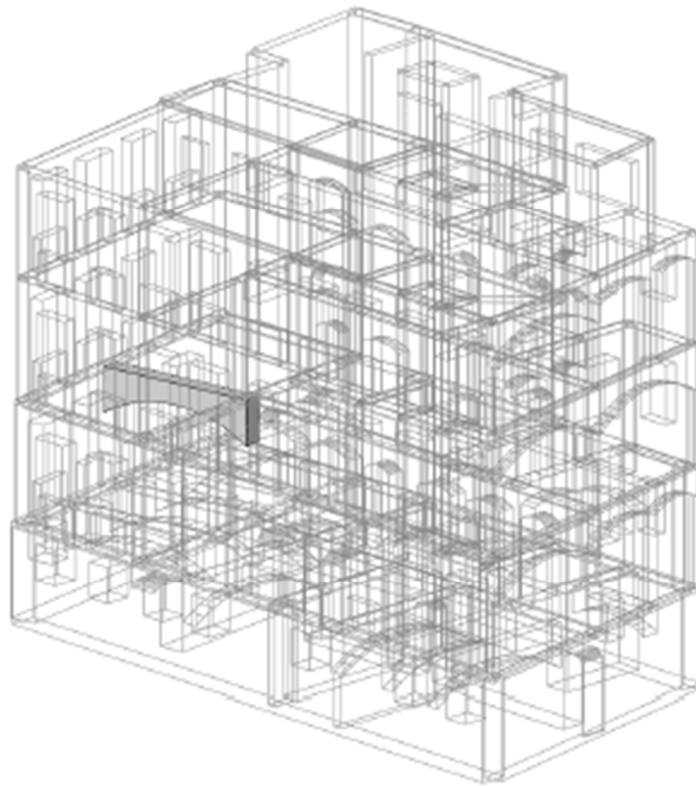


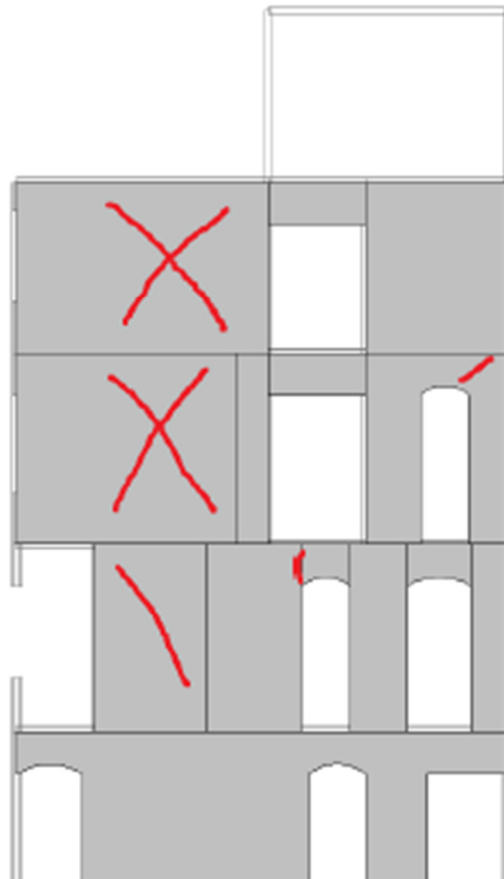
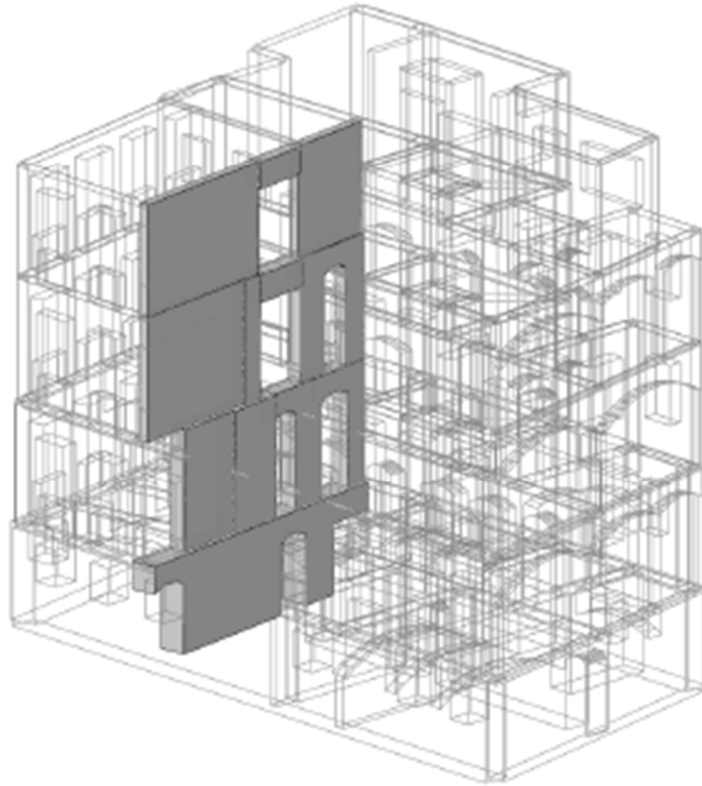




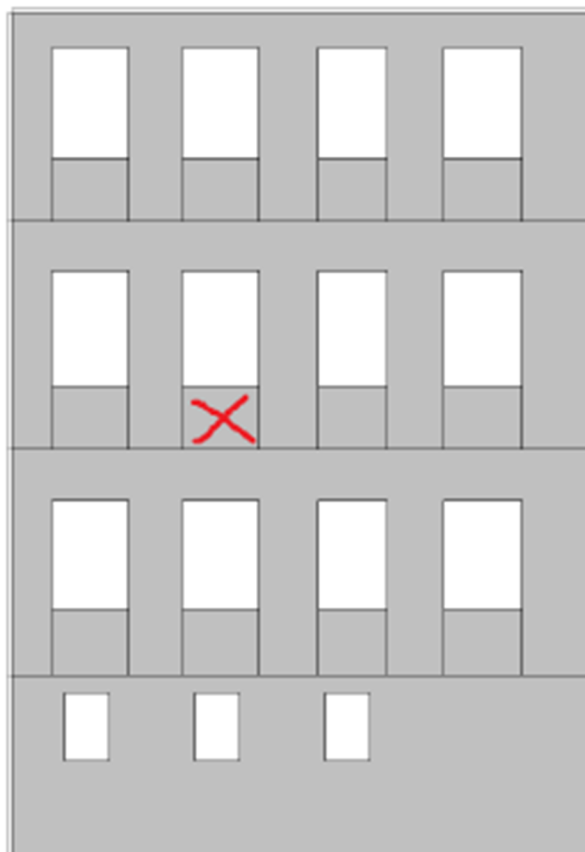
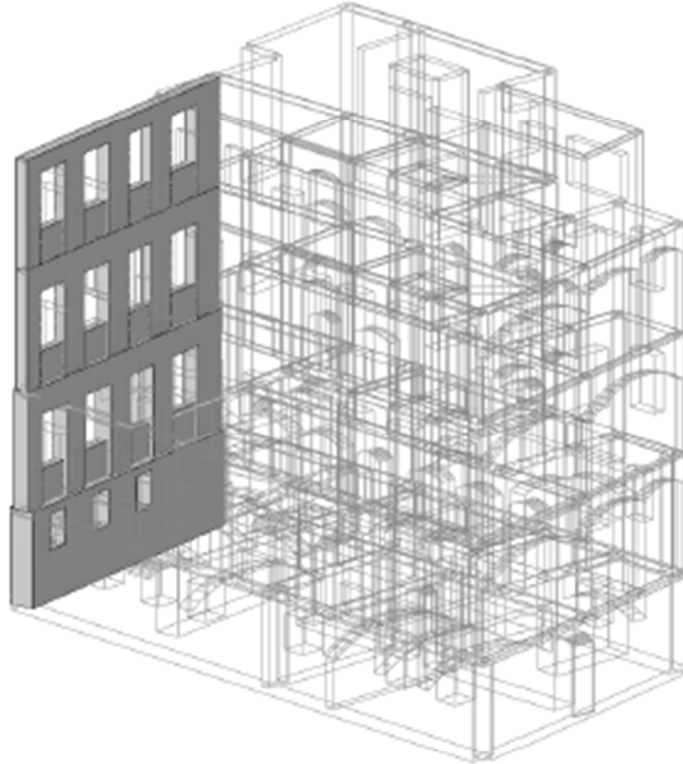


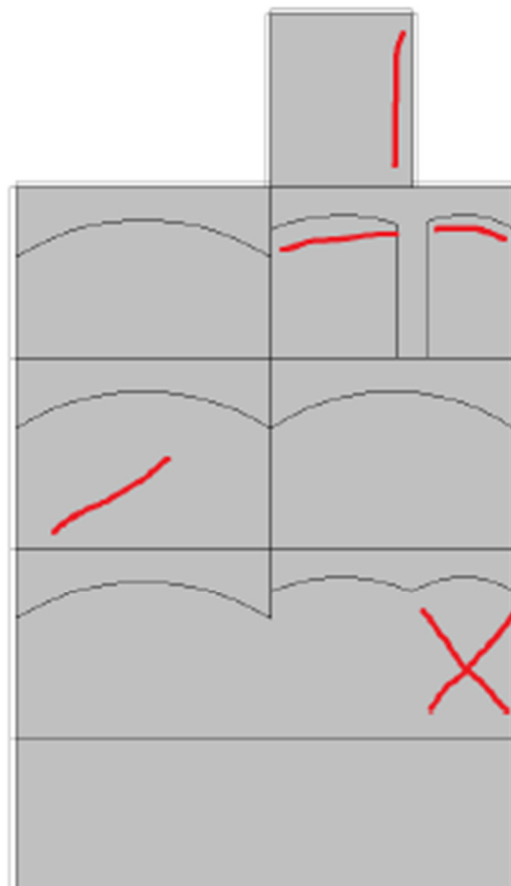
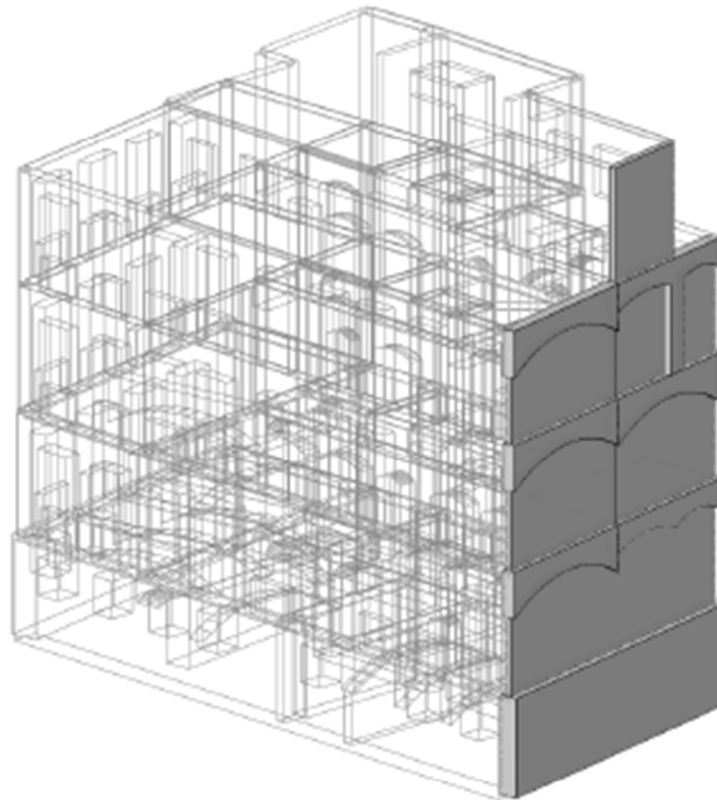






STUDIO ARHING







**Fotografija 1**

*Pukotina na stubišnom zidu u podrumu*



**Fotografija 2**

*Pukotine na nosivom zidu u prizemlju*



**Fotografija 3**

*Pukotine i odlamanje žbuke na parapetu u prizemlju*



**Fotografija 4**

*Pukotina kod vrata u pregradnom zidu u prizemlju*



**Fotografija 5**

*Dijagonalne pukotine na pregradnom zidu u prizemlju*



**Fotografija 6**

*Pukotina oko zazidanog otvora u prizemlju*



**Fotografija 7**

*Pukotine na nadvoju u prizemlju*



**Fotografija 8**

*Pukotina preko luka svoda u prizemlju*



**Fotografija 9**

*Pukotine na pregradnom zidu prizemlja, te na spoju zida i stropne ploče uz odlamanje žbuke*





**Fotografija 10**

*Pukotine na nadvojima u nosivom zidu iznad prozora u prizemlju*



**Fotografija 11**

*Dijagonalna pukotina na pregradnom zidu u prizemlju*



**Fotografija 12**

*Pukotine na stubištu između prizemlja i prvog kata*



**Fotografija 13**

*Pukotine na nadvoju nad stubištem između prizemlja i prvog kata*



**Fotografija 14**

*Pukotine na nosivom zidu na prvom katu*



**Fotografija 15**

*Pukotine na pregradnom zidu prvog kata*



**Fotografija 16**

*Pukotine na pregradnom zidu prvog kata*



**Fotografija 17**

*Pukotine na pregradnom zidu prvog kata*



**Fotografija 18**

*Pukotine na parapetu prozora na prvom katu*



**Fotografija 19**  
*Pukotine na nosivom zidu prvog kata*



**Fotografija 20**  
*Pukotine na pregradnom zidu prvog kata*



**Fotografija 21**  
*Pukotine na pregradnom zidu prvog kata*



**Fotografija 22**

*Pukotine na nadvoju iznad prozora prvog kata*



**Fotografija 23**

*Pukotine na pregradnom zidu prvog kata*



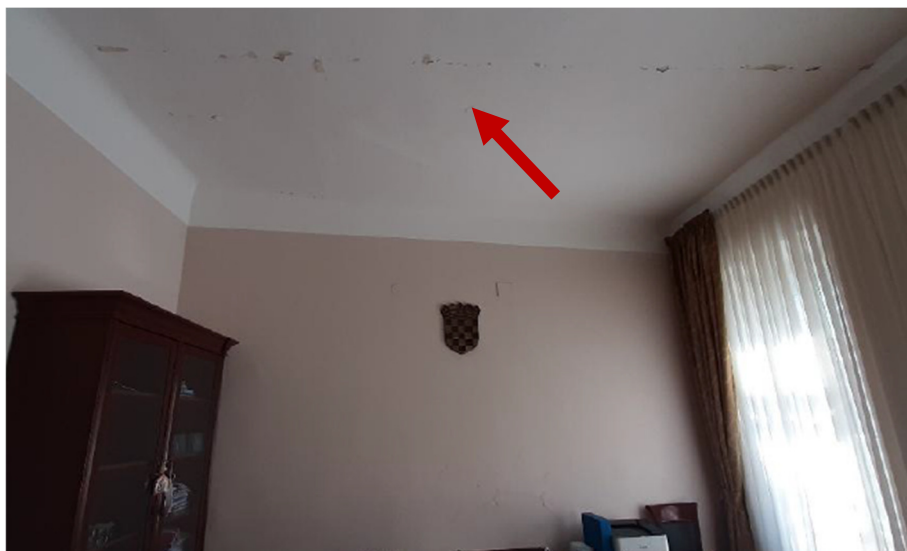
**Fotografija 24**

*Dijagonalne pukotine na spoju pregradnog i nosivog zida na prvom katu*



**Fotografija 25**

*Pukotine na nadvoju u pregradnom zidu (zazidani otvor) prvog kata*



**Fotografija 26**

*Pukotine na zabatnom zidu i na stropu na prvom katu*



**Fotografija 27**

*Pukotine i odlamanje žbuke nadvoja na prvom katu*



**Fotografija 28**

*Uzdužne pukotine na stropu prvog kata*



**Fotografija 29**

*Pukotine na parapetu stubišta između prvog i drugog kata*



**Fotografija 30**

*Pukotine i odlamanje žbuke na spoju pregradnog i nosivog zida na drugom katu*



**Fotografija 31**

*Pukotine i odlamanje žbuke na zabatnom zidu drugog kata*



**Fotografija 32**

*Pukotine i odlamanje žbuke na zabatnom zidu drugog kata*



**Fotografija 33**

*ukotine i odlamanje na nadvoju iznad vrata drugog kata*



**Fotografija 34**

*Pukotine na nadvoju iznad vrata drugog kata*



**Fotografija 35**  
*Pukotine na nadvoju iznad vrata drugog kata*



**Fotografija 36**  
*Pukotine i odlamanje žbuke na pregradnom zidu potkrovlja*



**Fotografija 37**  
*Pukotine na pregradnom zidu potkrovlja*



**Fotografija 38**  
*Pukotine na zabatnom zidu potkrovlja*

Investitor: **DRŽAVNI URED ZA REVIZIJU**  
Tkalčićeva 19, Zagreb  
OIB: 55448281176

Građevina: **Poslovna zgrada**

Lokacija građevine: **Tkalčićeva 19, Zagreb**  
**k.č.br. 1660, k.o. Centar**

Naziv projekta : **PROJEKT OBNOVE ZGRADE ZA CJELOVITU OBNOVU ZGRADE**

Strukovna odrednica mape: **MAPA 1 - GRAĐEVINSKI PROJEKT - PROJEKT POJAČANJA  
KONSTRUKCIJE**

Naziv projektiranog dijela: **PROJEKT POJAČANJA KONSTRUKCIJE**

Broj projekta: **31/05-23**

Zajednička oznaka projekta.: **31/05-23-PCO**

### **III. ANALIZA ISPUNJAVANJA TEMELJNOG ZAHTJEVA MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI ZA POSTOJEĆE STANJE**



### 3.1 Analiza opterećenja

#### A // Stalno opterećenje

HRN EN 1991-1-1:2012/NA:2012

##### KROV TAVANA i KOSI KROV POTKROVLJA ( $\alpha = 30^\circ$ )

crijep	0,74	kN/m <sup>2</sup>
letve i kontraletve	0,05	kN/m <sup>2</sup>
ljepenka	0,05	kN/m <sup>2</sup>
daščana oplata	0,12	kN/m <sup>2</sup>
folija	0,01	kN/m <sup>2</sup>
mineralna vuna (između rogova)	0,10	kN/m <sup>2</sup>
drveni rogovi	0,10	kN/m <sup>2</sup>
gipskartonske ploče na potkonstrukciji	0,15	kN/m <sup>2</sup>
<b>Ukupno stalno:</b>	<b>g<sub>k</sub> = 1,32</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
<b>Uporabno:</b>	<b>q<sub>k</sub> = 0,30</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

##### STROP POTKROVLJA – RAVNI KROV

obloga (bet. ploče, 3 cm)	0,72	kN/m <sup>2</sup>
hidroizolacijska traka	0,07	kN/m <sup>2</sup>
strojarska oprema	1,00	kN/m <sup>2</sup>
ekstrudirani polistiren (15 cm)	0,07	kN/m <sup>2</sup>
kamena vuna (20 cm)	0,40	kN/m <sup>2</sup>
hidroizolacija	0,05	kN/m <sup>2</sup>
spregnuta ploča	2,78	kN/m <sup>2</sup>
gipskartonske ploče (x2) na potkonstrukciji	0,30	kN/m <sup>2</sup>
<b>Ukupno stalno:</b>	<b>g<sub>k</sub> = 4,91</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
<b>Uporabno:</b>	<b>q<sub>k</sub> = 0,60</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

##### STROP POTKROVLJA (ispod tavana)

protuprašni premaz	0,05	kN/m <sup>2</sup>
strojarska oprema	1,00	kN/m <sup>2</sup>
spregnuta ploča	2,78	kN/m <sup>2</sup>
drvene grede (16/18 cm / 0,85 cm)	0,20	kN/m <sup>2</sup>
gipskartonske ploče (x2) na potkonstrukciji	0,30	kN/m <sup>2</sup>
<b>Ukupno stalno:</b>	<b>g<sub>k</sub> = 4,33</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
<b>Uporabno:</b>	<b>q<sub>k</sub> = 2,00</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

### STROPOVI 2. KATA I 1. KATA

završna podna obloga	0,30	kN/m <sup>2</sup>
hidroizolacija	0,05	kN/m <sup>2</sup>
armirani estrih (5 cm)	1,10	kN/m <sup>2</sup>
pregradni zidovi	0,75	kN/m <sup>2</sup>
spregnuta ploča	2,40	kN/m <sup>2</sup>
gipskartonske ploče (x2) na potkonstrukciji	0,30	kN/m <sup>2</sup>
<b>Ukupno stalno:</b>	<b>g<sub>k</sub> = 4,90</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
<b>Uporabno :</b>	<b>q<sub>k</sub> = 2,00</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

### STROPOVI PRIZEMLJA I PODRUMA

završna podna obloga	0,30	kN/m <sup>2</sup>
hidroizolacija	0,05	kN/m <sup>2</sup>
armirani estrih (5 cm)	1,10	kN/m <sup>2</sup>
pregradni zidovi	0,75	kN/m <sup>2</sup>
AB ploča (8 cm)	2,00	kN/m <sup>2</sup>
perlit beton (25 cm - srednja debljina)	2,75	kN/m <sup>2</sup>
zidani svod (29 cm)	5,22	kN/m <sup>2</sup>
žbuka (2 cm)	0,42	kN/m <sup>2</sup>
<b>Ukupno stalno:</b>	<b>g<sub>k</sub> = 12,59</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
<b>Uporabno :</b>	<b>q<sub>k</sub> = 2,00</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

### STUBIŠTE (β = 26°)

kamena obloga (2 cm)	0,60	kN/m <sup>2</sup>
kamene stube (h <sub>sred</sub> = 22 cm)	6,60	kN/m <sup>2</sup>
žbuka (4 cm)	0,84	kN/m <sup>2</sup>
<b>Ukupno stalno:</b>	<b>g<sub>k</sub> = 8,04</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
<b>Uporabno:</b>	<b>q<sub>k</sub> = 3,00</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

Za stopne konstrukcije će se uzeti stalno i dodatno stalno opterećenje. U model konstrukcije, za proračun.

<b>A 1 /</b>	Pozicija	<b>600</b>		
	Opis pozicije	<b>K1 KOSI KROV – pokrov crijev</b>		
Br.	Sloj	Zapreminska težina	Debljina sloja	Stalno opterećenje
		[kN/m <sup>3</sup> ]	[cm]	g <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
01 /	Biber crijev	20,0	3,0	0,60
02 /	Letve, kontra letve			0,04
03 /	PE folija	10,0	0,5	0,05
04 /	OSB ploče	6,8	2,2	0,15
05 /	Čelična nosiva konstrukcija/EPS			0,50
06 /	Gipskartonske ploče	8,0	1,25	0,10
07 /	Solarni paneli			0,30
Ukupno stalno opterećenje				<b>1,74</b>

U proračunskom modelu je usvojeno dodatno stalno površinsko opterećenje od 1,75kN/m<sup>2</sup>.

## B // Uporabno opterećenje

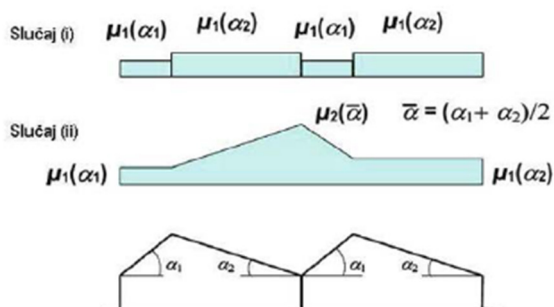
HRN EN 1991-1-1:2012/NA:2012

Namjena površine	Kategorija prema HRN EN 1992-1-1:2012/NA	Primjer	Uporabno opterećenje q <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
01 / Stubišta i stubišni podesti	<b>S1</b>	Stubišta i stubišni podesti u stambenim i uredskim zgradama i ambulantom, bez teške opreme	<b>3,00</b>
02 / Prostor u kojima se mogu okupljati ljudi (osim prostora definiranih u kategorijama A, B, D i E)	<b>C3</b>	Javni prostori, npr. muzeji, izložbeni prostor, ulazi u javne zgrade i hotele, stropovi podruma koji su pod dvorišta i u koja nije omogućen pristup vozila, hodnici za kategorije prostora C1 do C3	<b>5,00</b>
03 / Uredski prostori, radni prostori, hodnici	<b>B2</b>	Hodnici i kuhinje u bolnicama, hotelima, staračkim domovima, hodnici u internatima i sl., prostori za medicinske tretmane u bolnicama, uključujući i operacijske dvorane bez teške opreme, podrumске prostorije u stambenim zgradama	<b>3,00</b>
04 / Dostupni krovovi	<b>I</b>	Dostupni krovovi s namjenama prema kategorijama A do G	<b>1,50</b>
05 / Nedostupni krovovi	<b>H: α ≤ 20°</b>	Nedostupni krovovi, osim za redovito održavanje i popravak: nagib krova ≤ 20°	<b>0,60</b>
	<b>H: α ≥ 40°</b>	Nedostupni krovovi, osim za redovito održavanje i popravak: nagib krova ≥ 40°	<b>0,00</b>

Za nagibe između 20° i 40° uporabno opterećenje se određuje linearnom interpolacijom. Za krovšte nagiba 30° uporabno opterećenje iznosi 0,30 kN/m<sup>2</sup>.

## C // Djelovanje snijega

HRN EN 1991-1-3:2012/NA:2012



Tablica 1(HR) – Opterećenje snijegom za snježna područja i pripadajuće nadmorske visine

Nadmorska visina do [m]	1. područje – priobalje i otoci [kN/m <sup>2</sup> ]	2. područje – zaleđe Dalmacije, Primorja i Istre [kN/m <sup>2</sup> ]	3. područje – kontinentalna Hrvatska [kN/m <sup>2</sup> ]	4. područje – gorska Hrvatska [kN/m <sup>2</sup> ]
100	0,50	0,75	1,00	1,25
200	0,50	0,75	1,25	1,50
300	0,50	0,75	1,50	1,75
400	0,50	1,00	1,75	2,00
500	0,50	1,25	2,00	2,50
600	0,50	1,50	2,25	3,00
700	0,50	2,00	2,50	3,50
800	0,50	2,50	2,75	4,00
900	1,00	3,00	3,00	4,50
1 000	2,00	4,00	3,50	5,00
1 100	3,00	5,00	4,00	5,50
1 200	4,00	6,00	4,50	6,00
1 300	5,00	7,00		7,00
1 400	6,00	8,00		8,00
1 500		9,00		9,00
1 600		10,00		10,00
1 700		11,00		11,00
1 800		12,00		



### C.1 // Snijeg na krov nagiba 30°

Objekt se nalazi u Zagrebu na 135 m n.m. i spada u 3. snježnu zonu - Kontinentalna Hrvatska

Parametri:	3. područje	$s_k = 1,10 \text{ kN/m}^2$	$\mu_1 = 0,80$	$\mu_2 = 1,6$	$C_e = 1,00$	$C_t = 1,00$
------------	-------------	-----------------------------	----------------	---------------	--------------	--------------

Snijeg na krovu:  $s = s_k \times \mu \times C_e \times C_t$

$s_1 = 0,9 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

$s_2 = 1,8 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

## C.2 // Snijeg na krov nagiba 45°

Objekt se nalazi u Zagrebu na 135 m n.m. i spada u 3. snježnu zonu - Kontinentalna Hrvatska

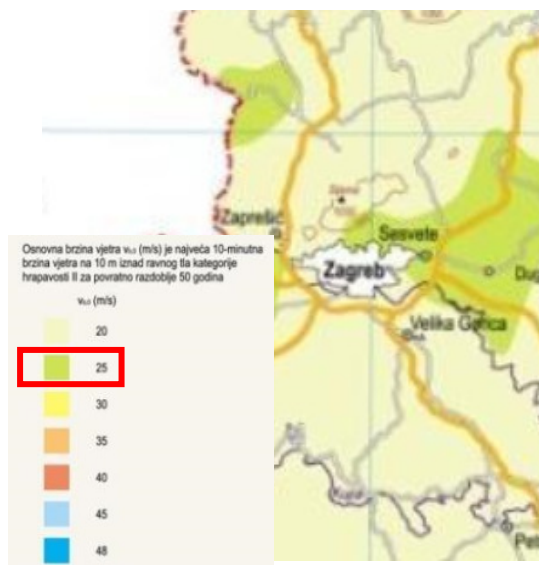
Parametri:	3. područje	$s_k = 1,10 \text{ kN/m}^2$	$\mu_1 = 0,40$	$C_e = 1,00$	$C_t = 1,00$
------------	-------------	-----------------------------	----------------	--------------	--------------

Snijeg na krovu:  $s = s_k \times \mu_1 \times C_e \times C_t$

**$s_1 = 0,45 \text{ [kN/m}^2\text{]}$**

## D // Djelovanje vjetra

HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012



Lokacija:

**Zagrebu**

Nadmorska visina:

**135** m.n.m.

Osnovna brzina vjetra

$V_{b,0} = 25$  m/s

Koeficijent smjera vjetra

$C_{dir} = 1,0$

Koeficijent godišnjeg doba

$C_{season} = 1,0$

Osnovna brzina vjetra

$V_b = C_{dir} \cdot V_{b,0} \cdot C_{season} = 25$  m/s

Osnovni pritisak brzine vjetra

$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 390,63$  N/m<sup>2</sup>

$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,391$  kN/m<sup>2</sup>

Gustoća zraka

$\rho = 1,25$  kg/m<sup>3</sup>

Visina

$h = 18,5$  m

Kategorija terena

**IV**

$Z_0 = 1,0$  m

$Z_{min} = 10$  m

Koeficijent hrapavosti

$k_r = 0,19 \cdot (Z_0 / Z_{0,II})^{0,07} = 0,23$

za:  $Z_{min} < Z < Z_{max}$ ;  $C_r(Z) = k_r \cdot \ln(Z/Z_0) = 0,687$

za:  $Z < Z_{min}$ ;  $C_r(Z) = k_r \cdot \ln(Z_{min}/Z_0) = /$

Koeficijent ortografije

$C_0 = 1,0$

Koeficijent turbulencije

$k_l = 1,0$

Intenzitet turbulencije

za:  $Z_{min} < Z < Z_{max}$ ;  $I_v(Z) = k_l / (C_0(Z) \cdot \ln(Z/Z_0)) = 0,341$

za:  $Z < Z_{min}$ ;  $I_v(Z) = k_l / (C_0(Z) \cdot \ln(Z_{min}/Z_0)) = /$

Srednja brzina vjetra

$v_m(Z) = C_r(Z) \cdot C_0(Z) \cdot v_b = 17,17$  m/s

Vršni pritisak vjetra

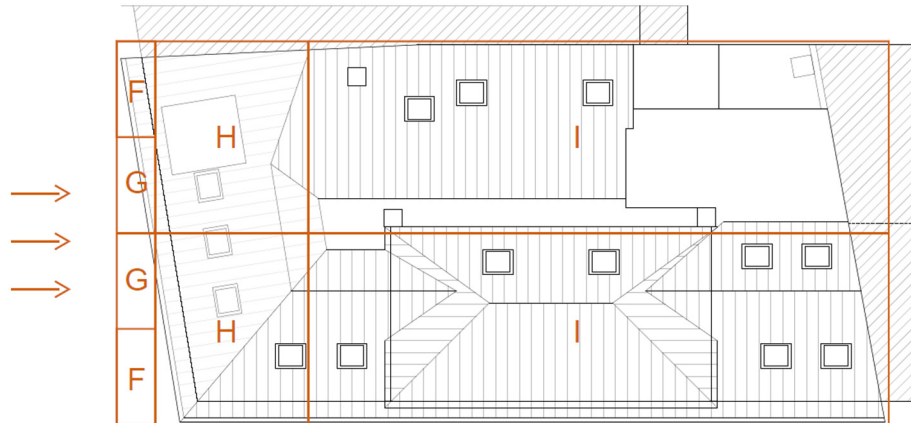
$q_p(Z) = [1 + 7 \cdot I_v(Z)] \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot v_m(Z)^2 = 624,07$  N/m<sup>2</sup>

$q_p(Z) = [1 + 7 \cdot I_v(Z)] \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot v_m(Z)^2 = 0,62$  kN/m<sup>2</sup>

Vršna brzina vjetra

$v(z) = (q_p \cdot 2 / \rho)^{0,5} = 31,60$  m/s

$v(z) = (q_p \cdot 2 / \rho)^{0,5} = 113,75$  km/h

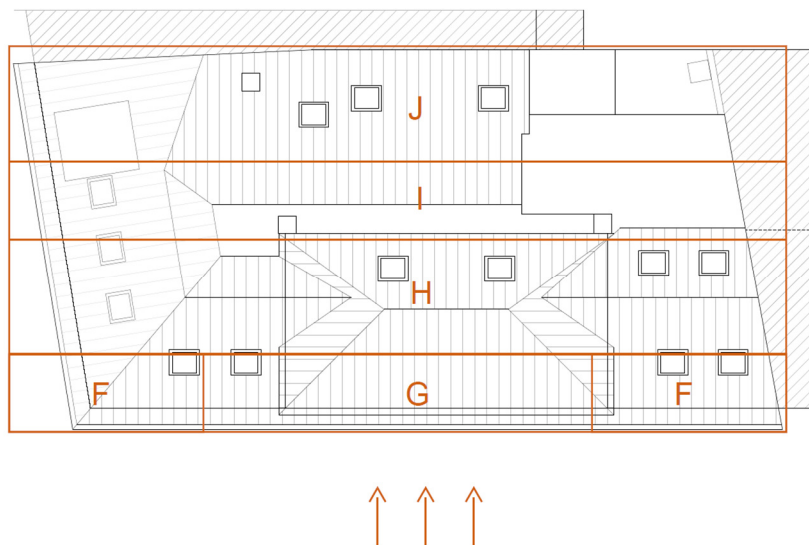


Vršni pritisak vjetra  $q_p(z_e) = 0,62 \text{ kN/m}^2$  Raster glavnih nosača  $e = 0,9 \text{ m}$

**2/ Uzdužni vjetar\_W1\_0°**

**Dvostrešni krov broda crkve  $\alpha=30^\circ$**

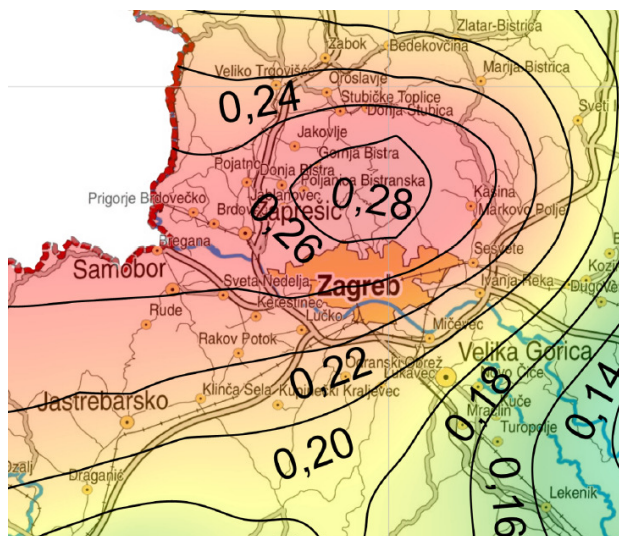
	$C_{pe (+)}$	$C_{pe (-)}$	$C_{pi (+)}$	$C_{pi (-)}$	$W_e (+)$	$W_e (-)$	$W_i (+)$	$W_i (-)$	$W_{net (+)}$	$W_{net (-)}$	$W_{net (+)}$	$W_{net (-)}$
					[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
Područje F:	$C_{pe,F}$	0	-2,1		0,00	-1,31			0,19	-1,44	0,17	-1,29
Područje G:	$C_{pe,G}$	0	-2,0	0,2	0,00	-1,25	0,12	-0,19	0,19	-1,37	0,17	-1,24
Područje H:	$C_{pe,H}$	0	-1,0		0,00	-0,62			0,19	-0,75	0,17	-0,67
Područje I:	$C_{pe,I}$	0	-0,9		0,00	-0,56			0,19	-0,69	0,17	-0,62



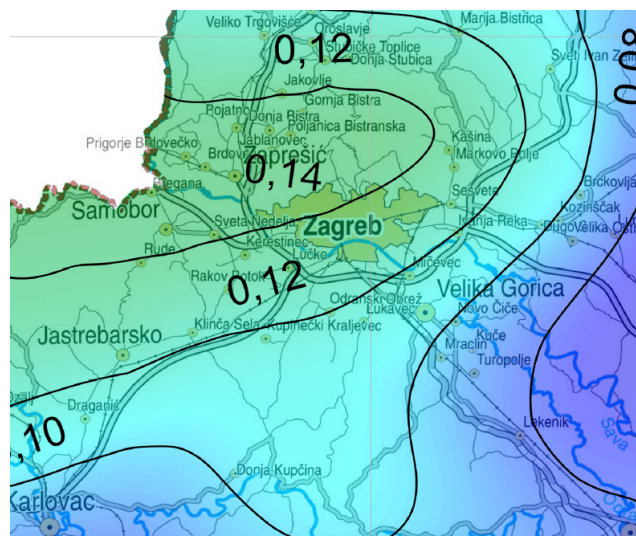
## E // Seizmičko djelovanje

HRN EN 1998-1:2011/NA:2011

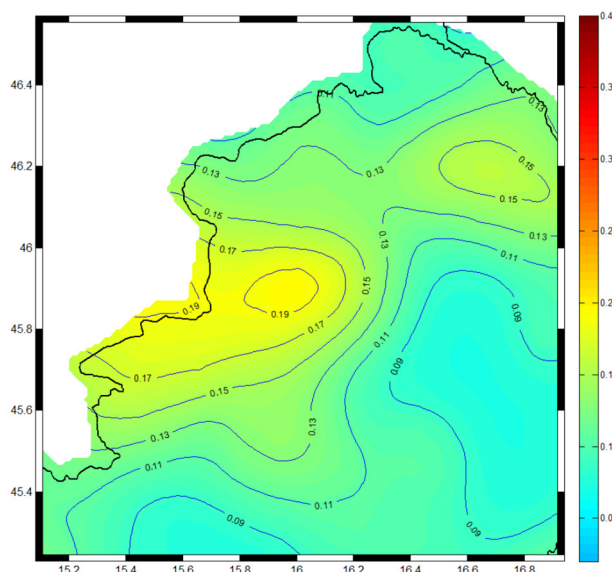
Proračun seizmičkog djelovanja provodi se prema HRN EN 1998-1:2011 i HRN EN 1998-1:2011/NA:2011.



Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A s vjerojatnosti premašaja 10% u 50 godina (povratno razdoblje 475 godina) izraženo u jedinicama gravitacijskog ubrzanja g



Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A s vjerojatnosti premašaja 10% u 50 godina (povratno razdoblje 95 godina) izraženo u jedinicama gravitacijskog ubrzanja g



Sjeverozapadna Hrvatska, Karta potresnih područja. Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A vjerojatnosti premašaja 20% u 50 godina (povratno razdoblje 225 godina) izraženo u jedinicama gravitacijskog ubrzanja, g (vidi skalu na desnoj strani).



Očitane vrijednosti

### E.1 // Lokacija

Prema seizmičkoj karti RH, građevina se nalazi u Zagrebu u zoni seizmičkog intenziteta s vršnim ubrzanjem tla:

**Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A vjerojatnosti premašaja 20% u 50 godina (povratno razdoblje 225 godina) izraženo u jedinicama gravitacijskog ubrzanja, g**

**Vršno ubrzanje tla prema seizmičkoj karti RH za predmetnu građevinu:**

za povratno razdoblje od 475 godina (T<sub>NCR</sub> = 475 g.):

$a_{gR}/g = 0,255$

za povratno razdoblje od 95 godina (T<sub>NCR</sub> = 95 g.):

$a_{gR}/g = 0,128$

Razdoblja za koje je vjerojatnost premašaja  $a_g$  za zadana povratna razdoblja jednaka 10%:

$t_{475} = 50$

$t_{225} = 23,7$

<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

Koeficijenta k koji ovisi o seizmičnosti uokolo pojedine točke, tako da odgovara omjeru poredbenih ubrzanja za povratna razdoblja od 95 i 475g :

$$k = 2,3$$

Iznosi maksimalnog horizontalnog ubrzanja tla ( $a_g$ ) tijekom potresa za povratno razdoblje  $T_r = 225$  godina

$$a_g(T_r=225\text{ g}) = a_g(T_r=475\text{ g}) (t_{475}/t_{225})^{-1/k} = 0,183$$

## E.2 // Razred važnosti građevine

Tablica 4.3 - Razredi važnosti i faktori važnosti za zgrade

Razred važnosti	Zgrade	Faktor važnosti
I	Zgrade manje važnosti za javnu sigurnost, npr. poljoprivredne zgrade itd.	0,8
II	Obične zgrade koje ne pripadaju drugim kategorijama	1,0
III	Zgrade čija je potresna otpornost važna s obzirom na posljedice vezane s rušenjem (škole, dvorane, kulturne institucije...)	1,2
IV	Zgrade čija je cjelovitost tijekom potresa od životne važnosti za civilnu zaštitu (bolnice, vatrogasne postaje, energane itd.)	1,4

## E.3 // Temeljno tlo:

Prema izmjeni nacionalnog dodatka HRN EN 1998-1:2011/NA:2011/A1:2021, na cijelom području Republike Hrvatske prihvaćaju se elastični spektri tipa 1 i tipa 2 za odgovarajuća temeljna tla, a za proračun konstrukcije primjenjuju se oba tipa spektra ili onaj koji daje veća potresna djelovanja za projektiranu građevinu

- Tlo kategorije C
- Vrijednosti parametara koje opisuju preporučeni elastični spektar odziva tipa 1

Tablica 3.2 - Vrijednosti parametara koji opisuju elastični spektar odziva tipa 1

Tip temeljnog tla	S	$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)
A	1,00	0,15	0,40	2,00
B	1,20	0,15	0,50	2,00
C	1,15	0,20	0,60	2,00
D	1,35	0,20	0,80	2,00
E	1,40	0,15	0,50	2,00

- Vrijednosti parametara koje opisuju preporučeni elastični spektar odziva tipa 2

Tablica 3.3 - Vrijednosti parametara koji opisuju elastični spektar odziva tipa 2

Tip temeljnog tla	S	$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)
A	1,00	0,05	0,25	1,20
B	1,35	0,05	0,25	1,20
C	1,50	0,10	0,25	1,20
D	1,80	0,10	0,30	1,20
E	1,60	0,05	0,25	1,20

## E.4 // Faktor ponašanja:

Smjer X	Smjer Y
Ojačano ziđe	Ojačano ziđe
u skladu s normom HRN EN 1998-1:2011/NA:2011	u skladu s normom HRN EN 1998-1:2011/NA:2011
<b>q = 2,0</b> - faktor ponašanja koji se usvaja	<b>q = 2,0</b> - faktor ponašanja koji se usvaja

Prethodno prikazani ulazni podaci za proračunski spektar će se koristiti kod kvazistatičkog proračuna građevine.



### 3.2 Proračun potresnog opterećenja

#### Podatci za proračun:

Poredbeno vršno ubrzanje temeljnog tla na temeljnom tlu tipa A	$a_{gR} =$	0,26 g
Razred važnosti		II
Faktor važnosti:	$\gamma_I =$	1,0
Proračunsko ubrzanje temeljnog tla tipa A:	$a_g = \gamma_I \cdot a_{gR} =$	0,26 g
Kategorija temeljnog tla na lokaciji građevine		C
Parametar tla (Tip1)	$S =$	1,15
Parametar tla (Tip2)	$S =$	1,5
Faktor ponašanja za neomeđeno ojačano ziđe	$q =$	2,0

#### 3.2.1 Izračun prvog perioda konstrukcije

##### Izračun prvog perioda konstrukcije prema HRN 1998

H =	20,9	Visina građevine
$C_t =$	0,05	Koeficijent korekcije za zidane građevine
N =	5	Broj katova

Pojednostavljenim postupkom osnovni period vibracija se može odrediti prema izrazu:

$$T_1 = C_t \cdot H^{3/4} = 0,488 \text{ s}$$

Sukladno izrazu za osnovni period vibracija iz nacionalnog dodatka HRN EN 1998-1:2011/NA dobiva se:

$$T_1 = 0,016 \cdot H = 0,334 \text{ s}$$

Prema empirijskom izrazu, osnovni period vibracija dobiva se prema:

$$T_1 = 0,05 \cdot N = 0,250 \text{ s}$$

#### 3.2.2 Izračun ordinate proračunskog spektra odziva

#### 3.2.3 Vrijednosti parametara koje opisuju preporučeni spektar odziva tipa 1

### Određivanje spektra odziva

HRN EN 1998-12011/NA:2011

Tip temeljnog tla		C
Razred važnosti		II
Poredbeno vršno ubrzanje temeljnog tla na temeljnom tlu tipa A	$a_{gR} =$	0,26 g
Omjer viskoznoga prigušenja (u postotku)	$\xi =$	5,0 %
Osnovni (prvi) period vibracije zgrade	$T =$	0,49 s
Tip elastičnog spektra odziva		Tip 1

Tablica 4.3 - Razredi važnosti i faktori važnosti za zgrade

Razred važnosti	Zgrade	Faktor važnosti
I	Zgrade manje važnosti za javnu sigurnost, npr. poljoprivredne zgrade itd.	0,8
II	Obične zgrade koje ne pripadaju drugim kategorijama	1,0
III	Zgrade čija je potresna otpornost važna s obzirom na posljedice vezane s rušenjem (škole, dvorane, kulturne institucije...)	1,2
IV	Zgrade čija je cjelovitost tijekom potresa od životne važnosti za civilnu zaštitu (bolnice, vatrogasne postaje, energane itd.)	1,4

Faktor važnosti:  $\gamma_I = 1,0$   
 Proračunsko ubrzanje temeljnog tla tipa A:  $a_g = \gamma_I \cdot a_{gR} = 0,26 \text{ g}$   
 Proračunsko ubrzanje temeljnog tla u vertikalnom smjeru:  $a_{vg} = 0,23 \text{ g}$   
 Faktor popravka prigušenja:  $\eta = (10/5 + \xi)^{1/2} = 1 \geq 0,55$

Vertikalnu komponentu potresnog djelovanja potrebno uzeti u obzir, u slučajevi prema točki 4.3.3.5.2 [HRN EN 1998-12011/NA:2011]

Tablica 3.4 - Vrijednosti parametara koji opisuju vertikalni elastični spektar odziva

Tip spektra	$a_{vg}/a_g$	$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)
Tip 1	0,90	0,05	0,15	1,00
Tip 2	0,45	0,05	0,15	1,00

Vrijednosti parametara koji opisuju horizontalni elastični spektar odziva

Tip tla	S	$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)
C	1,15	0,20	0,60	2,00

Vrijednosti parametara koji opisuju vertikalni elastični spektar odziva

Tip odziva	$a_{vg}/a_g$	$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)
Tip 1	0,90	0,05	0,15	1,00

	Horizontalna komponenta potresnog djelovanja	Vertikalna komponenta potresnog djelovanja
$0 \leq T \leq T_B$ :	$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot [1 + T/T_B \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1)] = /$	$S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot [1 + T/T_B \cdot (\eta \cdot 3,0 - 1)] = /$
$T_B \leq T \leq T_C$ :	$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 = 0,747$	$S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot S \cdot \eta \cdot 3,0 = /$
$T_C \leq T \leq T_D$ :	$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot [T_C/T] = /$	$S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \eta \cdot 3,0 \cdot [T_C/T] = 0,257$
$T_D \leq T \leq 4$ :	$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot [T_C \cdot T_D/T^2] = /$	$S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \eta \cdot 3,0 \cdot [T_C \cdot T_D/T^2] = /$

Elastični horizontalni spektar odziva za ubrzanje (x i y smjer):  $S_e(T) = 0,747$   
 Elastični vertikalni spektar odziva za ubrzanje (z smjer):  $S_{ve}(T) = 0,257$

	Horizontalna komponenta potresnog djelovanja	Vertikalna komponenta potresnog djelovanja
$0 \leq T \leq T_B$ :	$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot [2/3 + T/T_B \cdot (2,5/q - 2/3)] = /$	$S_e(T) = a_{vg} \cdot S \cdot [2/3 + T/T_B \cdot (2,5/q - 2/3)] = /$
$T_B \leq T \leq T_C$ :	$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot 2,5/q = 0,373$	$S_e(T) = a_{vg} \cdot S \cdot 2,5/q = /$
$T_C \leq T \leq T_D$ :	$S_e(T) = \max[a_g \cdot S \cdot 2,5/q \cdot [T_C/T]; \beta \cdot a_g] = /$	$S_e(T) = \max[a_{vg} \cdot S \cdot 2,5/q \cdot [T_C/T]; \beta \cdot a_{vg}] = 0,128$
$T_D \leq T \leq 4$ :	$S_e(T) = \max[a_g \cdot S \cdot 2,5/q \cdot [T_C \cdot T_D/T^2]; \beta \cdot a_g] = /$	$S_e(T) = \max[a_{vg} \cdot S \cdot 2,5/q \cdot [T_C \cdot T_D/T^2]; \beta \cdot a_{vg}] = /$

Proračunski horizontalni spektar odziva za elastični proračun (x i y smjer):  $S_e(T) = 0,373$   
 Proračunski vertikalni spektar odziva za elastični proračun (z smjer):  $S_{ve}(T) = 0,128$

### 3.2.4 Vrijednosti parametara koje opisuju preporučeni spektar odziva tipa 2

Tip temeljnog tla	<b>C</b>
Razred važnosti	<b>II</b>
Poredbeno vršno ubrzanje temeljnog tla na temeljnom tlu tipa A	$a_{gR} = 0,26 \text{ g}$
Omjer viskoznoga prigušenja (u postotku)	$\xi = 5,0 \%$
Osnovni (prvi) period vibracije zgrade	$T = 0,49 \text{ s}$
Tip elastičnog spektra odziva	<b>Tip 2 *</b>

\* HRN EN 1998-12011/NA:2011 (T 2.9 i 2.10) - U Hrvatskoj se primjenjuje elastični spektar tipa 1 za odgovarajuća temeljna tla

Tablica 4.3 - Razredi važnosti i faktori važnosti za zgrade

Razred važnosti	Zgrade	Faktor važnosti
I	Zgrade manje važnosti za javnu sigurnost, npr. poljoprivredne zgrade itd.	0,8
II	Obične zgrade koje ne pripadaju drugim kategorijama	1,0
III	Zgrade čija je potresna otpornost važna s obzirom na posljedice vezane s rušenjem (škole, dvorane, kulturne institucije...)	1,2
IV	Zgrade čija je cjelovitost tijekom potresa od životne važnosti za civilnu zaštitu (bolnice, vatrogasne postaje, energane itd.)	1,4

Faktor važnosti:  $\gamma_I = 1,0$   
 Proračunsko ubrzanje temeljnog tla tipa A:  $a_g = \gamma_I \cdot a_{gR} = 0,26 \text{ g}$   
 Proračunsko ubrzanje temeljnog tla u vertikalnom smjeru:  $a_{vg} = 0,12 \text{ g}$   
 Faktor popravka prigušenja:  $\eta = (10/5 + \xi)^{1/2} = 1 \geq 0,55$

Vertikalnu komponentu potresnog djelovanja potrebno uzeti u obzir, u slučajevi prema točki 4.3.3.5.2 [HRN EN 1998-1:2011/NA:2011]

Tablica 3.4 - Vrijednosti parametara koji opisuju vertikalni elastični spektar odziva

Tip spektra	$a_{vg}/a_g$	$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)
Tip 1	0,90	0,05	0,15	1,00
Tip 2	0,45	0,05	0,15	1,00

Vrijednosti parametara koji opisuju horizontalni elastični spektar odziva

Tip tla	S	$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)
C	1,50	0,10	0,25	1,20

Vrijednosti parametara koji opisuju vertikalni elastični spektar odziva

Tip odziva	$a_{vg}/a_g$	$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)
Tip 2 *	0,45	0,05	0,15	1,00

	Horizontalna komponenta potresnog djelovanja		Vertikalna komponenta potresnog djelovanja	
$0 \leq T \leq T_B$ :	$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot [1 + T/T_B \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1)] =$	/	$S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot [1 + T/T_B \cdot (\eta \cdot 3,0 - 1)] =$	/
$T_B \leq T \leq T_C$ :	$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 =$	/	$S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot S \cdot \eta \cdot 3,0 =$	/
$T_C \leq T \leq T_D$ :	$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot [T_C/T] =$	0,497	$S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \eta \cdot 3,0 \cdot [T_C/T] =$	0,110
$T_D \leq T \leq 4$ :	$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot [T_C \cdot T_D/T^2] =$	/	$S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \eta \cdot 3,0 \cdot [T_C \cdot T_D/T^2] =$	/

Elastični horizontalni spektar odziva za ubrzanje (x i y smjer):  $S_e(T) = 0,497$   
 Elastični vertikalni spektar odziva za ubrzanje (z smjer):  $S_{ve}(T) = 0,110$

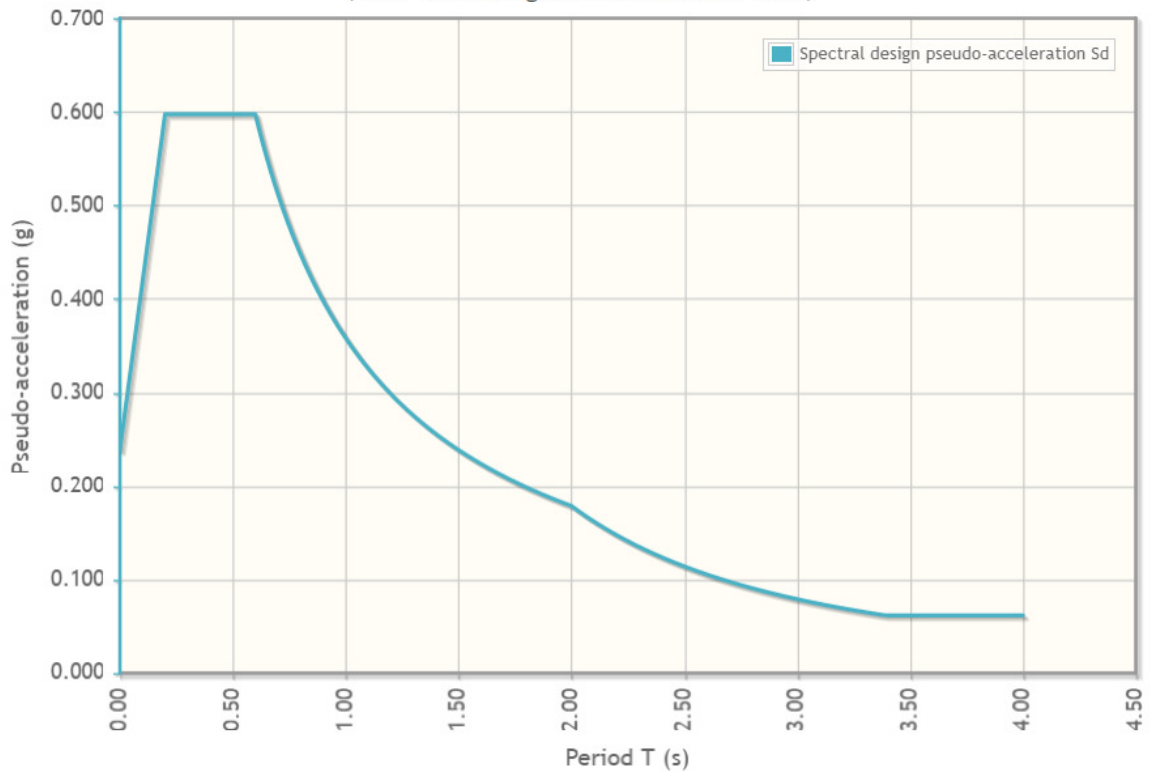
	Horizontalna komponenta potresnog djelovanja		Vertikalna komponenta potresnog djelovanja	
$0 \leq T \leq T_B$ :	$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot [2/3 + T/T_B \cdot (2,5/q - 2/3)] =$	/	$S_e(T) = a_{vg} \cdot S \cdot [2/3 + T/T_B \cdot (2,5/q - 2/3)] =$	/
$T_B \leq T \leq T_C$ :	$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot 2,5/q =$	/	$S_e(T) = a_{vg} \cdot S \cdot 2,5/q =$	/
$T_C \leq T \leq T_D$ :	$S_e(T) = \max[a_g \cdot S \cdot 2,5/q \cdot [T_C/T]; \beta \cdot a_g] =$	0,248	$S_e(T) = \max[a_{vg} \cdot S \cdot 2,5/q \cdot [T_C/T]; \beta \cdot a_{vg}] =$	0,055
$T_D \leq T \leq 4$ :	$S_e(T) = \max[a_g \cdot S \cdot 2,5/q \cdot [T_C \cdot T_D/T^2]; \beta \cdot a_g] =$	/	$S_e(T) = \max[a_{vg} \cdot S \cdot 2,5/q \cdot [T_C \cdot T_D/T^2]; \beta \cdot a_{vg}] =$	/

Proračunski horizontalni spektar odziva za elastični proračun (x i y smjer):  $S_e(T) = 0,248$   
 Proračunski vertikalni spektar odziva za elastični proračun (z smjer):  $S_{ve}(T) = 0,055$

**Promatrani su oba spektra odziva za predmetnu građevinu te se s obzirom na osnovni period vibracije zgrade od 0,488 s mjerodavan pokazao spektar odziva 1. Za predmetnu građevinu horizontalna potresna sila u oba smjera generirat će se u daljnjem proračunu u vrijednosti od 37,3% mase građevine!**

### Design pseudo-acceleration response spectrum

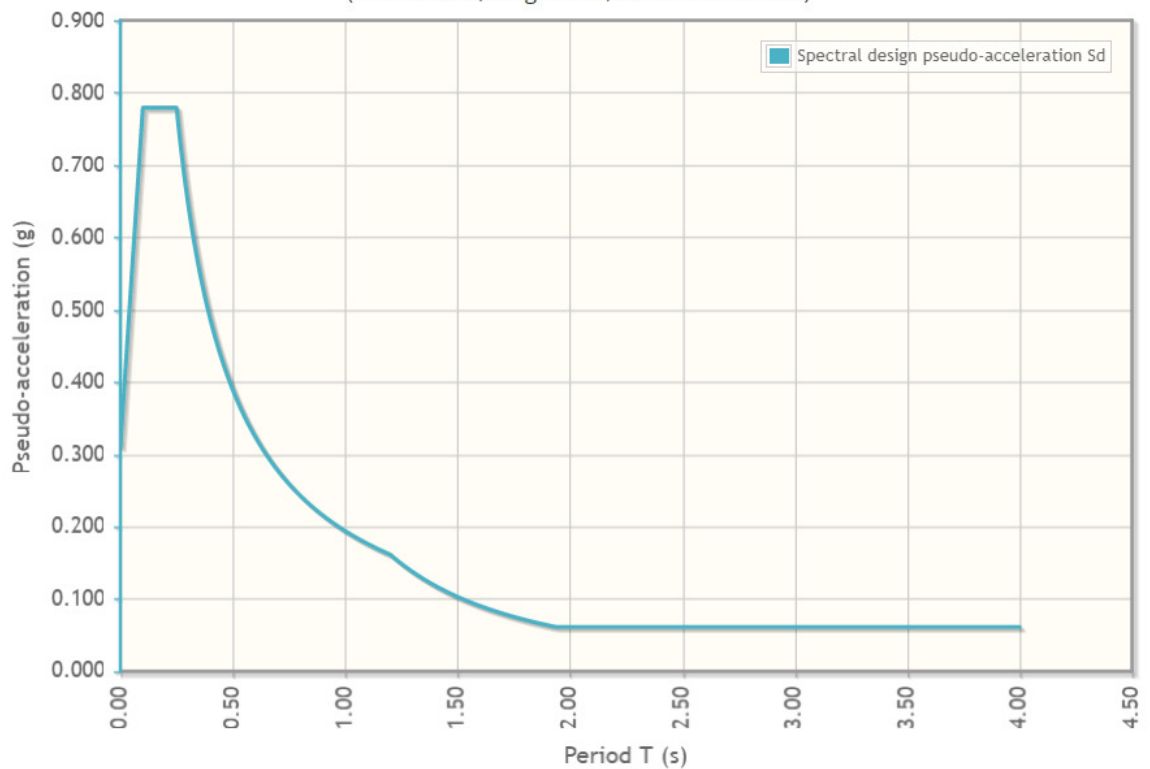
(hover=value, drag=zoom, double-click=reset)



**Proračunski spektar odziva tipa 1**

### Design pseudo-acceleration response spectrum

(hover=value, drag=zoom, double-click=reset)



**Proračunski spektar odziva tipa 2**

<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

### 3.3 Procjena potresne otpornosti zgrade za postojeće stanje

Najprije će se dati osvrt na postojeće stanje zgrade prije konstrukcijske obnove, što podrazumijeva da nisu provedene nikakve mjere pojačanja niti intervencije kojima bi se osigurale pretpostavke za globalni proračun konstrukcije. Stropne se konstrukcije ovdje smatraju fleksibilnim, a veza između okomitih zidova upitne kvalitete.

Na strukturu i potresnu otpornost konstrukcija bitan utjecaj imaju glavna gradiva za konstrukcije u tom razdoblju gradnje: opeka, kamen, mort, drvo, minimalno čelični profili te početno uvođenje betona pred kraj 19. stoljeća. U tom se razdoblju stambene zgrade, javne zgrade te obiteljske kuće grade sa zidovima od običnoga ziđa. Pretežni dio zgrada ima drvene stropne konstrukcije, osim stropova podruma i prizemlja koji se sastoje od zidanih svodova te dijela stropa podruma koji je zamijenjen sitnorebrastom armiranobetonskom pločom.

**Gotovo sve višetažne zgrade (više od dvije nadzemne etaže) koje su sagrađene u razdoblju u ovom vremenskom razdoblju imaju bitne izvorne nedostatke glede kriterija potresne otpornosti navedene dalje u tekstu.** Konstrukcije navedenih zgrada najčešće imaju potrebnu nosivost i otpornost na osnovna djelovanja: stalno, uporabno, vjetar i ostala djelovanja, no ne i na djelovanje potresa. Takve zgrade, visine preko dvije nadzemne etaže, pretrpjele su bitna oštećenja u potresu, radi čega je najčešće potrebna sveobuhvatna rekonstrukcija i/ili dogradnja protupotresne konstrukcije tih zgrada. Za dio vrlo teško oštećenih zgrada najbolje bi rješenje bile zamjenske zgrade po modelu prilagođenoga faksimila; zadržavanje izvornih glavnih uličnih pročelja, oblikovanje krovišta kao petoga pročelja u skladu s izvornim arhitektonskim rješenjima, a sve ostalo novo, uz bitno racionalnije strukture interijera i funkcija prostora.

Tijekom konstrukcijske obnove zgrade popravljeni su izvorni nedostaci te je zgrada ojačana na razinu otpornosti 3. Pojačanje konstrukcije izvedeno je prema Projektu pojačanja građevinske konstrukcije koji je izradila tvrtka Arhing d.o.o. (projektant: Juraj Pojatina) u srpnju 2021. godine.

Projektom su predviđena i izvedena ojačanja svodova u razini stropa podruma i prizemlja te je ojačan strop hodnika prvog kata. Svodovi su ojačani s donje strane FRCM sustavom, dok je s gornje strane izvedena tlačna armiranobetonska ploča. Svi drugi stropovi su ojačani sprežanjem postojećih drvenih grednika s novom tlačnom armiranobetonskom pločom. Većina zidova je ojačana sustavom ojačane žbuke - FRCM, dok u potkrovlju uklonjen zid na zapadnoj strani te je izveden novi zidani zid u sustavu omeđenog ziđa.

#### 3.3.1 Izvorni nedostaci konstrukcija zgrada

To su nedostaci konstrukcija prvoga izvedenog stanja zgrada (u daljnjem tekstu: izvorni nedostaci). S obzirom na potresnu otpornost zgrade iz svih razdoblja izvedbe imaju karakteristična svojstva za to određeno razdoblje. Projektiranje zgrada prema kriterijima potresne otpornosti u Hrvatskoj sustavno je počelo prihvaćanjem prvih posebnih seizmičkih propisa 1964. godine.

Konstrukcije zgrada trebaju imati primjereno složenu prostornu protupotresnu strukturu koja može preuzeti djelovanja potresa iz bilo kojega smjera uz pojavu dopuštene razine deformacija, pomaka i oštećenja. Međutim, velika većina oštećenih zidanih zgrada ima konceptualne nedostatke izvorne konstrukcije u pogledu njihove protupotresne otpornosti.

Gotovo sve zidane zgrade u Zagrebu i okolici koje su izgrađene u razdoblju od sredine 19. stoljeća pa do pojave prvih posebnih seizmičkih propisa (1964.) imaju bitne izvorne nedostatke protupotresne konstrukcije koji su svojstveni razdobljima gradnje, iako imaju razmjerno zadovoljavajuću nosivost na osnovna djelovanja ali ne i na djelovanje potresa.

Bitni konceptualni nedostaci ukupnih protupotresnih konstrukcija zidanih zgrada:

- Ukupna struktura konstrukcije nije sastavljena prema kriterijima potresne otpornosti.
- Zgrade s drvenim stropnim konstrukcijama: drveni stropovi nemaju svojstva krutih dijafragmi niti imaju sposobnost povezati sve sklopove glavne konstrukcije u jedinstvenu protupotresnu prostornu konstrukciju.
- Zgrade sa zidovima od neomeđenoga ziđa koje imaju od 3 do 7 etaža.
- Izvedeni spojevi osnovnih sklopova i elemenata konstrukcije imaju velike nedostatke strukture i kvalitete, odnosno nemaju potrebnu nosivost niti zadovoljavajuću duktilnost. Takvi spojevi ne osiguravaju nužnu povezanost elemenata i kontinuitet konstrukcije u čvorovima.

**Nosivi zidovi, koji su ujedno i glavni elementi protupotresne konstrukcije, izvedeni od neomeđenog (običnog) ziđa, zidovi bez armiranobetonskih serklaža**

Neomeđeno ziđe nije prihvatljivo za zgrade visine veće od 2 nadzemne etaže, a često je nepovoljno

i za niže zgrade, što ovisi o pravilnosti strukture zidova te krutosti, nosivosti i duktilnosti zidova. Kvaliteta gradiva neomeđenoga ziđa ovisi o dvije osnovne komponente koje tvore ziđe: opeke i morta. Kvaliteta opeke u većem broju zgrada zadovoljava (najčešće puna opeka). Mort je u značajnom dijelu navedenih zgrada nedovoljne kvalitete, **radi čega za potrebe obnove treba provesti ispitivanje morta i ziđa te propisane preglede i provjere detalja**, što se pri izradi Projekta obnove vrednuje faktorom povjerenja. Protupotresna svojstva običnih, neomeđenih zidova bitno ovise o zidarskoj strukturi tih zidova, primjerice zidarski spojevi zidova, razina popunjenosti svih sljubnica te druga zidarska svojstva i elementi. Potresna oštećenja nenosivih pregradnih zidova debljine 7-12-15-20 cm upućuju na to da su se navedene pregrade uključile u protupotresnu konstrukciju, tako da je poželjna zidarska veza tih pregrada s nosivim zidovima (radi potrošnje potresne energije te smanjenja pomaka).

Zidani nadvoji od neomeđenoga (običnog) ziđa istaknuto su najslabiji konstrukcijski element u zidanim zidovima, te su u svim oštećenim zgradama pretrpjeli veća oštećenja. Nadvoji u zidovima pročelja najčešće su dvodijelni, sastavljeni od donjega pojasa koji premošćuje otvor te parapeta, koji su u nekim zgradama manje debljine od osnovnoga ziđa. Nadvoji su najčešće izvedeni od običnoga ziđa bez vlačnoga pojačanja u donjoj zoni. U manjem dijelu zgrada dio nadvoja u donjoj zoni sadrži čelične profile, a ponekad i drvene grede, što je također nepovoljna protupotresna struktura tih nadvoja. Štapna vlačna pojačanja donje zone nisu integrirana u matricu običnoga ziđa, a pri krajevima su žarište koncentracije naprezanja i otvaranja pukotina.

### **Nedovoljna otpornost ukupne strukture zidova za potresna djelovanja**

Zidovi se u većini zgrada protežu u dva niza međusobno okomitih ravnina, a dio zgrada ima i kose zidove koji se protežu u ravninama s otklonom različitim od 90 stupnjeva u odnosu na ravnine ostalih zidova. Višestambene i poslovne zidane zgrade etažnosti podrum + 3 do 6 etaža za dva glavna smjera imaju posmičnu ploštinu zidova reda veličine 6 % do 10 % za svaki smjer, a u nekim slučajevima i više od 10 %. Podrumi redovito imaju robusniju ukupnu strukturu i krutost zidova.

Analize pokazuju da, ovisno o broju etaža te ostalim pokazateljima strukture zidova i konstrukcije u cjelini, značajan dio oštećenih zgrada nema dovoljnu potresnu otpornost zidova za jedan ili oba glavna smjera. Razmjerno visoki postoci ploštine zidova ne umanjuju problem granične nosivosti ukupnih zidova pojedinih zgrada zbog nedovoljne otpornosti neomeđenog ziđa kao osnovnoga gradiva za zgrade s više od 2 nadzemne etaže. Ziđe takvih zidova treba pojačavati.

### **Izostanak potrebne strukture ukrutnih zidova**

Pretežni dio zidanih višestambenih i javnih zgrada koje su sagrađene do 1964. godine nema potreban udio ukrutnih zidova (zidovi okomiti na glavne uzdužne zidove i spojeni s njima). Prema važećim normama razmaci ukrutnih zidova ograničeni su na najviše 7,00 m. U većini oštećenih zgrada navedeni su razmaci bitno veći.

Izostanak ukrutnih zidova bitno smanjuje nosivost glavnih zidova (pitanje otpornosti i sloma okomito na ravnine tih zidova). Nedostatak se može bitno ublažiti ili otkloniti na više načina: povezivanjem nepridrzanoga ziđa na ostalu konstrukciju primjenom krutih ili polukrutih stropnih dijafragmi s pravilnim detaljima spojeva ziđa i stropova, izvedbom zatega, izvedbom ukrutnih zidova ili ukrutnih okvira te različitim kombinacijom navedenih rješenja.

### **Neprevilnosti u tlocrtnoj dispoziciji i strukturi zidova**

Veći ekscentriciteti centara krutosti i masa zgrade, što treba (nastojati) smanjiti pri obnovi zgrada. Velike razlike u bočnim krutostima pojedinih zidova u relaciji s njihovim položajima na tlocrtima. U vezi s takvim nedostacima, obratiti pažnju na odredbu stavka V. u točki C.3.1. Norme HRN EN 1998-3:2011. Upitna je mogućnost i opravdanost primjene limitiranoga omjera krutosti najkrućega ziđa i promatranoga ziđa. Propisan je omjer krutosti najkrućega ziđa i promatranoga ziđa koji se može uzeti da sudjeluje u prijenosu potresnog opterećenja u iznosu od 2,5. Nepovoljan omjer duljine kratkih zidova između otvora u odnosu na dimenzije otvora, što je više svojstveno zidovima pročelja višeetažnih zgrada (puno kratkih zidova).

Zablatni zidovi u većini zgrada bitno su veće krutosti (duljine, ploštine poprečnoga presjeka) u odnosu na sve ostale zidove, a nisu izravno opterećeni stropovima. Takvi zidovi imaju razmjerno manju otpornost na horizontalne sile u njihovoj ravnini, a "navuku" na sebe veće potresne sile. Glavni nosivi zidovi, istaknuto na pročeljima zgrada, sadrže preveliki broj otvora koji su usitnili dugačke zidove u nizove kratkih zidova tako da je smanjenje potresne otpornosti tih zidova bitno veće od ukupnog smanjenja njihove ploštine. Nepovoljna je struktura nadvoja (prečki) iznad otvora u zidovima.

### **Nepravilnosti u dispoziciji zidova po visini zgrade**

U svim zgradama koje imaju 3 etaže ili više njih zidovi su izvedeni uz postupno smanjenje njihove debljine u 2 do 3 koraka idući prema vrhu zgrada. Smanjenje je debljine povoljno za smanjenje masa, ali ima i nepovoljnih posljedica na protupotresnu otpornost. U dijelu zidanih zgrada (4 do 7 etaža) s opisanom promjenom debljine zidova projektne su analize za potresna djelovanja u ravninama zidova pokazale da su kritični zidovi i nadvoji u gornjim katovima (smanjena debljina, malo vertikalno opterećenje), što je razmjerno neočekivano u odnosu na iskustva s armiranobetonskim zgradama slične geometrijske promjenljivosti strukture konstrukcije. U zgradama s drvenim stropnim konstrukcijama zidovi u gornjim etažama imaju i istaknute probleme stabilnosti izvan njihove ravnine zbog nepovezanosti na okomite zidove i ukupnu konstrukciju zgrade te nepouzdanoga pridržanja stropovima.

U pojedinim zgradama duljine dijelova bitnih protupotresnih zidova (duljine horizontalnih poprečnih presjeka zidova) mijenjaju se po visini zgrade, što je značajnije prisutno na prijelazima podrum - prizemlje te prizemlje -1. kat, a u nekim se zgradama spomenuti zidovi mijenjaju tako da dio zidova prestaje ili se bitno smanjuje u gornjim etažama. Prizemlja zgrada sadrže veće prostore tako da su u pojedinim zidovima izvedeni veliki otvori iznad kojih je gredni sklop čeličnih nosača (traverzi) koji preuzimaju gornje etaže. Manji dio zgrada ima opisane sklopove već u izvornom stanju, ali ima više zgrada u kojima su veliki otvori izvedeni pri rekonstrukcijama.

Opisani sklop u nosivim zidovima - veliki otvor s čeličnim gredama iznad otvora (slobodno oslonjeni nosači) - funkcionira za osnovna djelovanja, ali je bitno oslabljenje potresne otpornosti zida u kojem je izveden. Ispod krajeva čeličnih nosača pripremljeni su betonski oslonački jastuci, ali cijeli je oslonački sklop nepovoljno zasijecanje matrice zidanoga zida, te tvori žarište koncentracije naprezanja te otvaranja i širenja pukotina u zidu pri uglovima otvora. Izvedba takvih otvora (proširenje postojećih ili izvedba novih) uzrokuje veće smanjenje potresne otpornosti zida u odnosu na smanjenje ploštine poprečnoga presjeka zida.

### **Zidovi veće krutosti koji izravno ne preuzimaju stropne konstrukcije**

U svim zgradama s drvenim grednicima, a i u dijelu zgrada s armiranobetonskim stropovima, dio zidova nije izravno (dovoljno) uključen u preuzimanje stropova; stropne su grede usporedne s tim zidovima. Riječ je o zabatnim zidovima, redovito manje debljine od ostalih zidova, te o unutarnjim zidovima koji su usporedni sa stropnim gredama, a najčešće su to zidovi najveće krutosti za smjer protezanja kojemu pripadaju. Takvi zidovi imaju minimalna vertikalna opterećenja (njihova vlastita težina) te mala vertikalna naprezanja, a zbog svoje (posmične) krutosti preuzimaju razmjerno velike postotke horizontalnih potresnih sila, te su pretrpjeli najveća oštećenja u potresu.

Zabatni zidovi imaju razmjerno manju graničnu otpornost, a "navuku" na sebe veće potresne sile, što je problem tih zidova koji se relativno može i povećati rekonstrukcijom stropova u krute ili polukrute dijafragme koji na te zidove dodatno preraspodjele veći postotak horizontalnih sila, što treba uvažiti pri usvajanju tehničkih rješenja pojačanja tih zidova. Opisani statički mehanizam prijenosa vertikalnoga opterećenja od stropova na zidove bitno je svojstvo konstrukcija takvih zgrada, koje se očituje kao izvorni nedostatak protupotresne konstrukcije.

### **Nedovoljna nosivost i stabilnost neomeđenih zidova okomito na njihovu ravninu**

Izvorni nedostaci neomeđenih običnih zidova za posljedicu imaju njihov nepovoljan dinamički odziv pri potresu. Zidovi nisu pouzdano pridržani u razini stropnih konstrukcija. Potresne sile koju generiraju stropovi prenose se okomito na oslonačke zidove stropova te dalje na ostale zidove. Osim navedenim potresnim silama zidovi su opterećeni i silama okomitima na njihovu ravninu, koje stvaraju potresna ubrzanja i masa tih zidova. Potresnim djelovanjima treba pridodati i ekscentrična vertikalna opterećenja. Ukupna navedena djelovanja te nepovoljan statički sustav i rubni uvjeti, sve to zajedno uzrokuje nestabilnost i popuštanje (slom) zidova okomito na njihovu ravninu.

### **Klasične drvene stropne konstrukcije**

Za sva osnovna djelovanja drveni grednici uglavnom zadovoljavaju kriterije graničnih stanja nosivosti (GSN), ali u većini zgrada grednici su razmjerno gipki te ne zadovoljavaju kriterije graničnih stanja uporabljivosti (GSU). Za potrebe bitnoga poboljšanja protupotresne konstrukcije zgrade u cjelini u pretežnom dijelu potresom oštećenih zgrada treba pojačati-dograditi strukturu stropnih konstrukcija (spregnuti stropovi). Drvene stropne konstrukcije klasične izvedbe nemaju potrebna svojstva krutih dijafragmi za povezivanje zidova i svih sklopova zgrade u prostornu protupotresnu kutijastu strukturu.

### **Veze drvenih grednika i zidova**

Izvedene veze drvenih grednika i zidova na oštećenim su zgradama nedovoljne, izvedene su kao jednostavno oslanjanje uz obzidanje drvenih greda pri nastavku izvedbe zidova (oslanjanje uzidavanjem). Veze su male nosivosti na djelovanja iz bilo kojega smjera osim pouzdanoga prijenosa vertikalnih sila stalnoga i dodatnoga opterećenja od drvenih greda na zidove. U značajnom dijelu jače oštećenih zgrada došlo je do djelomičnoga izvlačenja odnosno pomaka krajeva drvenih greda na njihovim osloncima. Pri obnovi oštećenih zgrada svakako treba dograditi veze stropnih konstrukcija i zidova.

### **Izvorni nedostaci konstrukcija stubišta**

U zidanim zgradama, izvedena su dva osnovna tipa stubišta (konzolna stubišta te stubišta oslonjena na I profile)

- Stubišta izvedena od kamenih ili armiranobetonskih montažnih elemenata koji su na jednoj strani "upeti" u nosivi zid, a druga je strana slobodna (konzolne stube). S obzirom na djelovanje potresa takva su stubišta izrazito nepovoljna: krhki slom stuba, stube su pojedinačne uzidane konzole nedovoljno upete u zidani zid radi čega su česte pukotine na mjestu uzidavanja stuba u zidove, kraci i podesti nemaju svojstva krutih dijafragmi u njihovoj ravnini i drugo.
- Izvorna stubišta opisana u prethodnom stavku, koja su kasnijim rekonstrukcijama pojačana izvedbom čelične potkonstrukcije tako da su ugrađeni čelični I-nosači uzduž i ispod slobodnih rubova krakova te ispod rubova podesta i međupodesta, a neposredno uz krakove. I-nosači ispod podesta oslanjaju se na zidove uz stubišta, preuzimaju podeste te I-nosače krakova. Navedenom je rekonstrukcijom statički sustav stuba (gazišta) promijenjen iz konzole u gredni element na dva oslonca (zidovi te I-nosači). I stubišta pojačana na taj način razmjerno su nepovoljna pri djelovanju potresa na zgrade koje sadrže takva stubišta zbog diskontinuiteta protupotresne konstrukcije u zoni stubišta, sklonosti krakova krhkom slomu pri djelovanju potresa i slično.

### **Izvorni nedostaci temelja**

Temeljne konstrukcije, slično kao i glavna gornja konstrukcija, nemaju potrebnu protupotresnu strukturu. Izvedene su kao trakasti temelji uglavnom s nedovoljnom krutosti, nosivosti i otpornosti u smjeru protezanja traka i okomito na taj smjer. Najistaknutiji su nedostaci temeljnih konstrukcija:

- Temelji od neodgovarajućih gradiva: opeka, kamen, nearmirani beton, u tlu bez izolacije.
- Plitko temeljenje u odnosu na pod podruma (opasnost od lokalnoga sloma tla).
- Širina temeljnih traka jednaka ili minimalno veća od debljine zidova, a zgrade s podrumom imaju pritisak tla na podrumске zidove.
- Neodgovarajuća hidroizolacija ili bez hidroizolacije izostanak drenaže, tako da su temelji jače izloženi procesima u tlu.

### **Izvorni nedostaci konstrukcija podruma**

Iako većina zgrada ima u podrumu pravilniju strukturu zidova, manje otvora, više zidova koji su i veće debljine u odnosu na gornje etaže, zbog trajne izloženosti procesima u tlu te izostanka hidroizolacije i drenaže kontinuirano se odvija proces degradacije takvih zidova, što umanjuje njihovu protupotresnu otpornost. Glavni nedostaci konstrukcija podruma:

- Zidovi podruma od nepovoljnih gradiva: opeka, kamen, beton, bez hidroizolacije.
- Zidovi podruma izloženi: pritiscima tla, podzemnim vodama, procesima u tlu, a odabrana vrsta gradiva nije u skladu s tim djelovanjima.
- Zidovi od navedenih gradiva nepovoljni su za sidrenje pojačanja protupotresne konstrukcije, pa ih treba dograditi da se omogući navedeno sidrenje.
- Zidovi oslonjeni na razmjerno uske i plitke temelje koji imaju nedostatke navedene u stavku.

Kada su zidovi podruma i temelji iste širine, tada ima više problema: preuzimanje pritisaka tla na zidove, slom tla prema prostoru, slijeganja za osnovna i potresna djelovanja.

- Stropovi podruma: zidani svodovi i lukovi podruma, uključujući i varijantu s pruskim svodovima, a pojačano sklopovi većih raspona, imaju istaknutu osjetljivost na ugrozbe od vlage (dugotrajni procesi degradacije opeke i morta, korozija čeličnih traverzi), a svodovi manje debljine imaju nedovoljnu protupotresnu otpornost (što ovisi o strukturi ukupne konstrukcije podruma).
- Podovi podruma izvedeni od nekvalitetnih gradiva (opeka, mršavi beton, glazura na šljunku i slično, a ponekad samo zbijeni šljunak), što uvjetuje veliku vlažnost u podrumu. Uz takve uvjete korozija napada čelične profile pruskih svodova.



### 3.4 Analiza potresne otpornosti postojeće građevine

Na temelju provedenih vizualnih istraživanja i proračuna seizmičke otpornosti zgrade, za koje su prikazani najvažniji rezultati mogu se dati konačni zaključci o trenutnom stanju konstrukcije i procjena njezina ponašanja pri djelovanju potresa najvećeg intenziteta (povratni period 475 god.) koji se očekuje na ovim prostorima sukladno važećoj tehničkoj regulativi i potresnim kartama. Na početku treba istaknuti da točnosti proračuna ovisi o točnosti ulaznih podataka i metodama upotrebljenih pri proračunu. Dimenzije elemenata preuzete su iz dostupnih nacрта uz kontrolu pojedinih elemenata prilikom vizualnog pregleda, a svojstva materijala, spojevi konstrukcijskih elemenata i detalji spojeva pretpostavljeni su prema dostupnoj tehničkoj literaturi i podacima mehaničkih karakteristika zidova iz istog vremenskog perioda gradnje. Nepouzdanost modela nije moguće u potpunosti otkloniti, već ih treba uzeti u obzir pri interpretaciji rezultata i donošenju zaključaka. Pri procjeni je provedena kontrola proračuna uz pomoć modela različitih složenosti.

Sve analize napravljene su u skladu s podlogama, provedenim istražnim radovima i pregledanom projektom dokumentacijom. Provedeni su proračuni u skladu s danas važećom tehničkom regulativom, tj. geometrija, opterećenja i dimenzioniranje je upisano i provedeno u skladu s Tehničkim propisima za građevinske konstrukcije („Narodne novine“ broj 17/17,75/20,7/22) i normama na koje se poziva.

Numerička analiza nosive konstrukcije građevine provedena je globalno za nosivu konstrukciju suterena, prizemlja i katova koja se sastoji od zidanih zidova od pune opeke te fleksibilnih stropnih ploča uzimajući u obzir nužne pretpostavke i ograničenja da bi se proveo globalni proračun konstrukcije nekom od proračunskih metoda, što podrazumijeva izvedbu krutih dijafragmi i njihovo kvalitetno sidrenje u okolne zidove. U nastavku su sažeto istaknute glavne značajke ponašanja konstrukcije. Dani su i komentari i glavni zaključci na temelju provedenih proračuna i rezultata prikazanim u prethodnim poglavljima.

Elementi konstrukcije svrstani su u primarne i sekundarne. Primarni elementi imaju nosivu funkciju za vertikalno i horizontalno opterećenje, dok sekundarni elementi nisu ključni za nosivost iako sudjeluju u prijenosu opterećenja. Otkazivanje sekundarnih elemenata ne uzrokuje rušenje konstrukcije već samo degradaciju tih elemenata.

Pri potresnom djelovanju na rubnim mjestima nadvoja formiraju se plastični zglobovi i otvaranje pukotina. Osim što postoji opasnost otkazivanja i raspadanja nadvoja, njegovo raspucavanje može imati negativan utjecaj na stabilnost priključnih zidova, ovisno o stupnju njihove dosadašnje oštećenosti.

Projektom pojačanja konstrukcije (Arhing d.o.o., srpanj 2021.) je dokazano da srednje vrijednosti nosivosti zidova za potresno opterećenje propisano za 475-godišnji povratni period iznosi 28,2% za x-smjer te 31,0% za y-smjer.

Prvi ton osciliranja konstrukcije dobiven je modalnom analizom prostornog modela sukladno normi HRN EN 1998, te za predmetnu građevinu iznosi 0,91s. Za predmetnu građevinu horizontalna potresna sila generirana u proračunskom modelu iznosi ~43% mase zgrade u x-smjeru te 64% u y-smjeru.

<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

### 3.5 Elaborirana ocjena postojećega stanja građevinske konstrukcije kojom se ocjenjuje je li oštećena zgrada uopće pogodna za obnovu

Zgrada ima tlocrtnih nepravilnosti, nepravilna je po visini ali tlocrtu stoga postoji znatna ekscentričnost centra krutosti i centra masa koja uzrokuje torzijske učinske, pa imamo za posljedicu dodatno opterećenje na rubne elemente, što je izrazito nepovoljno pri potresnoj otpornosti. Proračunima se i pokazalo da je u konstrukciji izražen translatorni pomak u oba smjera te torzijski učinak.

Trenutačno je stanje građevine takvo da je ona različito oštećena u svojim povijesnim i konstrukcijskim dilatacijama. U nižem dijelu zgrada nije pretrpjela teška oštećenja dok je na značajnije oštećena u potresu te se može reći da je ukupna ocjena da je zgrada pretrpjela umjerena oštećenja. Uzrok nastalih oštećenja je uglavnom nepostojanje krutih ili barem djelomično krutih dijafragmi (stropnih ploča) na katovima koje su kvalitetno povezane s okolnim zidovima što je iniciralo pojavu lokalnih mehanizama otkazivanja zidova izvan ravnine.

To je osobito nepovoljno u zidovima u smjeru istok – zapad kojih nema dovoljno za takvu površinu zgrade.. Zgrada je poluugrađena, te ona radi zajedno sa blokom što je izrazito povoljno, no u smjeru istok -zapad konstrukcija ima najveći zahtjev za pomakom koji ne može ostvariti te su u tom smjeru zidovi pretrpjeli i najviše oštećenja i to od podruma do potkrovlja.

Analogija s rešetkom i pravilnim tokom potresne sile s etaže na etažu do temelja ne može biti ostvarena, jer se dijagonalna tlačna sila koju zid prenosi ne može uravnotežiti u razini kata s horizontalnom vlačnom silom koja je treba prenijeti na početak zida. Time dolazi do prekoračenja vlačne čvrstoće ziđa i otvaranja pukotina.

Konstrukcije predmetne zgrade možda i ima potrebnu nosivost i otpornost na osnovna djelovanja: stalno, uporabno, vjetar i ostala djelovanja, no ne i na djelovanje potresa. Ova zgrada, visine preko dvije nadzemne etaže, pretrpjela je bitna oštećenja u potresu, radi čega je mišljenje statičara da je potrebna sveobuhvatna rekonstrukcija i/ili dogradnja protupotresne konstrukcije zgrade.

S obzirom da postoji veliki broj zidova u slabijem smjeru koji se može ojačati te nam je dopušteno od strane nadležnog konzervatorskog odjela ugradnja dizala i stubišta, postoji realno rješenje za ojačanje zgrade, smatram da je oštećena zgrada

## POGODNA

Za konstrukcijsku i cjelovitu obnovu i produljenje vijeka trajanja za 50 godina.

<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

### 3.6 Program potrebnih istražnih radova i ispitivanja konstrukcije

Za potrebe obnove zgrada treba provesti odgovarajuća istraživanja konstrukcije in situ. S obzirom na površinske obloge zidova, podova i stropova u većini zgrada nije moguće utvrditi dovoljno podataka o tim sklopovima i njihovim elementima, vrsti gradiva (stropovi), debljini zidova, strukturi i vrsti nadvoja (istaknuto za nadvoje većih raspona) te strukturi, gradivima, detaljima spojeva i kvaliteti izvedbe intervencija u konstrukciji pri provedbi rekonstrukcija. Radi navedenoga treba provesti sondiranje konstrukcije tako da se otvaraju površinske obloge, a po potrebi i površinsko - plitko otvaranje pojedinih elemenata konstrukcije, kako bi se utvrdila gradiva i ostali nedovoljno poznati podaci o konstrukciji.

#### **a) Sondiranje konstrukcije**

Treba provesti prethodno sondiranje osnovnih sklopova i elemenata konstrukcije (stropovi, zidovi, stupovi, spojevi i temelji te drugi elementi konstrukcije) prema odredbama koje su dane u točki 3.4.3 te u točkama C.1 i C.2 norme HRN EN 1998-3:2011 za potrebe izrade Projekata obnove. Dodatne provjere (dodatno sondiranje) treba provesti in situ pri izvedbi obnove zgrada, uz provedbu konstruktorskoga projektantskog nadzora, što se može izvršiti na potrebnoj razini te puno jednostavnije u odnosu na osnovno sondiranje provedeno za potrebe izrade Projekata obnove. Podatke dobivene dodatnim provjerama treba putem projektantskog nadzora implementirati u izvedbena projektna rješenja obnove zgrada. Za ilustraciju potreba dodatnih provjera in situ, a za vrijeme izvedbe obnove: utvrđivanje veza između zidova i spregnutih stropova, zatim veza između grednih elemenata i tlačnih ploča, koji zajedno tvore krute dijafragme, što je svakako potrebno za postojeće spregnute stropove koji izvorno nisu bili spregnuti.

#### **b) Ispitivanje gradiva osnovnih elemenata konstrukcije koje treba provesti in situ**

Treba provesti ispitivanja osnovnih gradiva:

- Ispitivanje kvalitete te mehaničkih svojstava ziđa zidanih zidova.
- Ispitivanje mehaničkih svojstava betona i strukture armature u armiranobetonskim elementima konstrukcije: u armiranobetonskim zidovima i stupovima, a po potrebi i u armiranobetonskim stropovima (nadvojima, gredama, pločama).
- Ispitivanje kvalitete drva stropnih grednika radi utvrđivanja stanja drvenih greda za mogućnost dogradnje spregnutih stropova, a na nekim zgradama i ispitivanje drvene građe krovne konstrukcije.

#### **c) Posebne nerazorne metode ispitivanja gradiva i konstrukcija oštećenih zgrada**

Mogu se primijeniti nerazorne metode za ispitivanje gradiva, stanja oštećenja i konstrukcijskog stanja pojedinih glavnih elemenata konstrukcije, navedene u poglavlju C.2.4. norme HRN EN 1998-3:2011. Na zgradama koje imaju istaknute graditeljske vrijednosti, kao što su zgrade u statusu pojedinačnoga kulturnog dobra, mogu se provesti dinamička ispitivanja konstrukcija, primjerice ispitivanje ambijentnih vibracija. To je ispitivanje preporučljivo i na armiranobetonskim konstrukcijama nepravilne i zahtjevne strukture.

#### **d) Ispitivanje tla u zoni oštećenih zgrada**

Za potrebe obnove razmjerno manjega dijela zgrada oštećenih potresom treba provesti odgovarajuća ispitivanja tla:

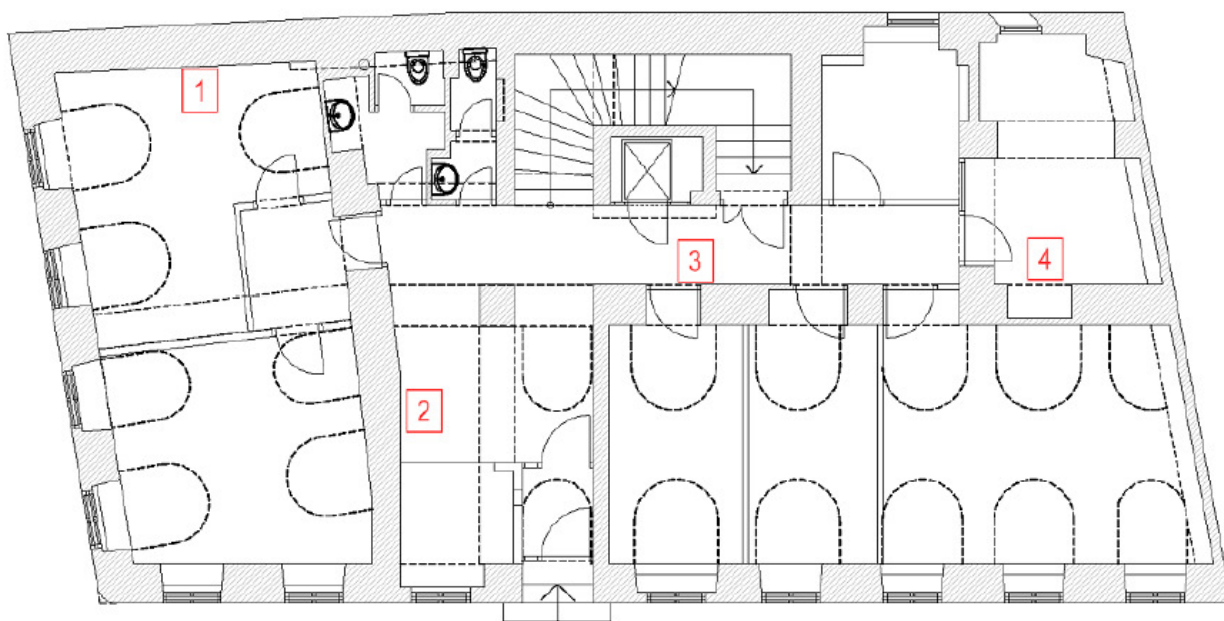
- izvedba sondažnih jama uz temelje,
- izvedba odgovarajućega broja bušotina uz uzimanje uzoraka tla,
- ispitivanja tla u laboratoriju,
- druga ispitivanja za koja geomehaničari utvrde da su potrebna,
- izraditi odgovarajući Geomehanički elaborat u skladu s provedenom razinom ispitivanja i stanjem temelja.

Na temelju dostupnih podataka o konstrukciji i razini znanja (RZ) određuje se faktor povjerenja (FP) s kojim se provodi proračun. Pri određivanju parametara postojećih materijala koji će se koristiti u proračunu, srednje vrijednosti dobivene ispitivanjima in situ te podataka iz dodatnih izvora, trebaju se podijeliti s faktorom povjerenja (FP) za odgovarajuću razinu znanja.

### 3.7 Rezultati sondiranja konstrukcije

Sondiranje konstrukcije je provedeno u sklopu elaborata ocjena stanja izrađenog od strane tvrtke „Studio Arhing“ (broj projekta: 25/50, projektant: Juraj Pojatina, dipl.ing.građ.).

STUDIO ARHING

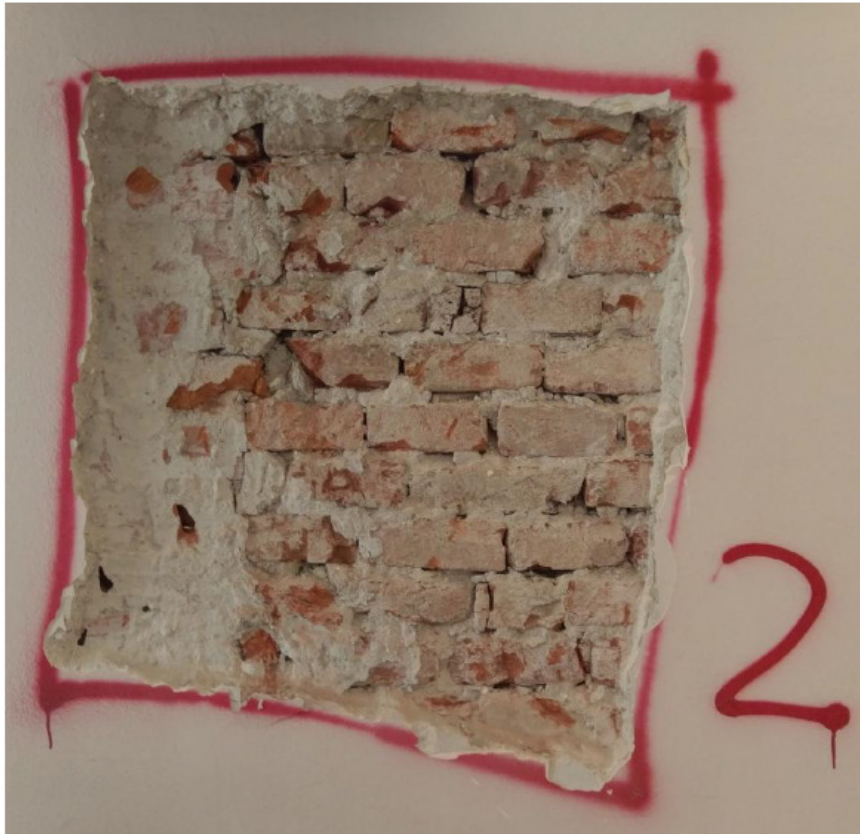


Slika 7. 1 Prizemlje - pozicije istražnih sondažnih otvora



Slika 7. 2

Sondažna bušotina 1 – Zidani svod, opeka starog formata



*Slika 7. 3*

*Sondažna bušotina 2 – Zidani zid, opeka starog formata, vertikalne pukotine na sljubnicama*



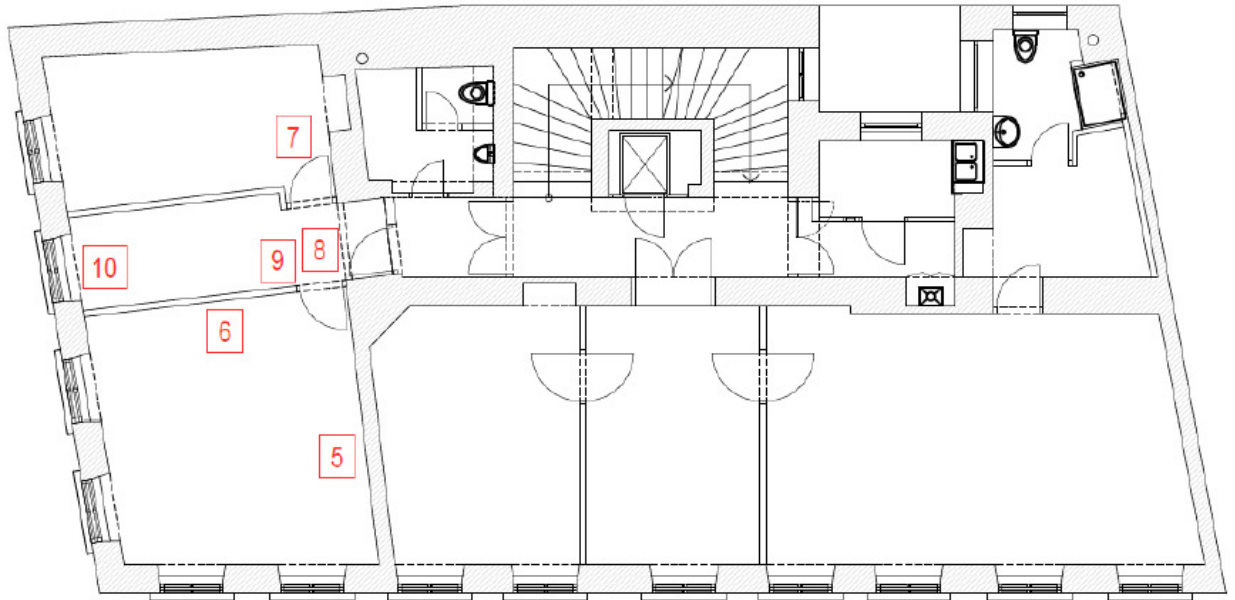
*Slika 7. 4*

*Sondažna bušotina 3 – Zidani nadvoj iznad otvora u nosivom zidu, opeka starog formata*

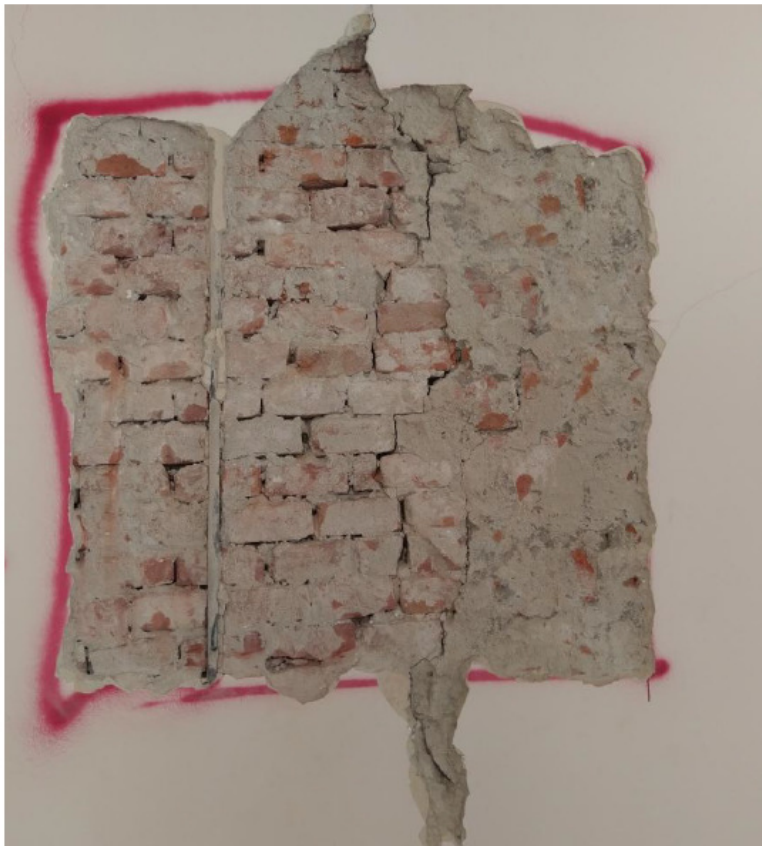


*Slika 7. 5*

*Sondažna bušotina 4 – Zidani lučni nadvoj na mjestu zagrađenog otvora u nosivom zidu. Pukotine na vertikalnim sljubnicama*



Slika 7.6 1. kat - pozicije istražnih sondažnih otvora



Slika 7.7

Sondažna bušotina 5 – Zidani pregradni zid - opeka „starog formata“, pukotine po sljubnicama



*Slika 7. 8*

*Sondažna bušotina 6 – Zidani pregradni zid - opeka „starog formata”*



*Slika 7. 9*

*Sondažna bušotina 7 – Zidani luk nadvoja - opeka „starog formata”*





*Slika 7. 10*

*Sondažna bušotina 8 – Zidani nadvoj  
- opeka „starog formata“, s  
vertikalnim pukotinama kroz  
sljubnice, "I" čelični profil*



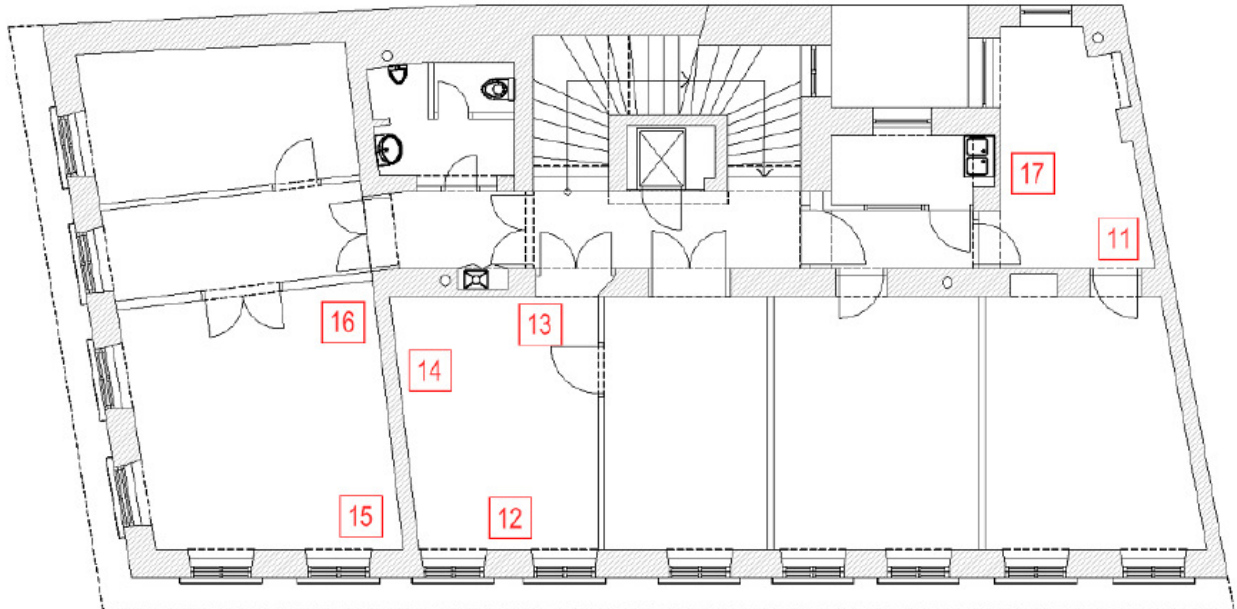
*Slika 7. 11*

*Sondažna bušotina 9 – Drveni  
grednici dimenzija 16x18 i 18x18 cm  
položeni jedan do drugoga, pružanje  
u uzdužnom smjeru*



*Slika 7. 12*

*Sondažna bušotina 10 – Drveni  
grednici dimenzija 16x18 i 18x18 cm,  
zabatni zid*



Slika 7. 13 2. kat - pozicije istražnih sondažnih otvora



Slika 7. 14

Sondažna bušotina 11 – Drveni  
grednik, zabatni zid, truljenje grede



Slika 7. 15

Sondažna bušotina 12 – Drveni  
grednik, fasadni zid



Slika 7. 16

Sondažna bušotina 13 – Drveni  
grednik, nosivi zid



*Slika 7. 17*

*Sondažna bušotina 14 – Zidani pregradni zid - opeka „starog formata“, pukotine po sljubnicama*



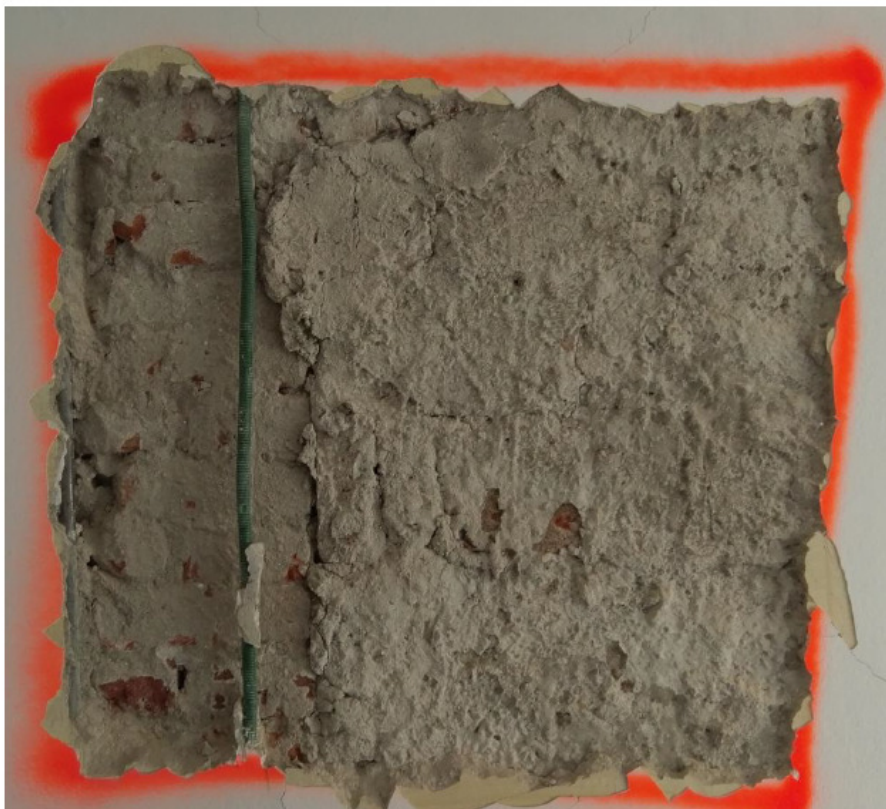
*Slika 7. 18*

*Sondažna bušotina 15 – Zidani pregradni zid - opeka „starog formata“, pukotine po sljubnicama i odlamanje opeke*



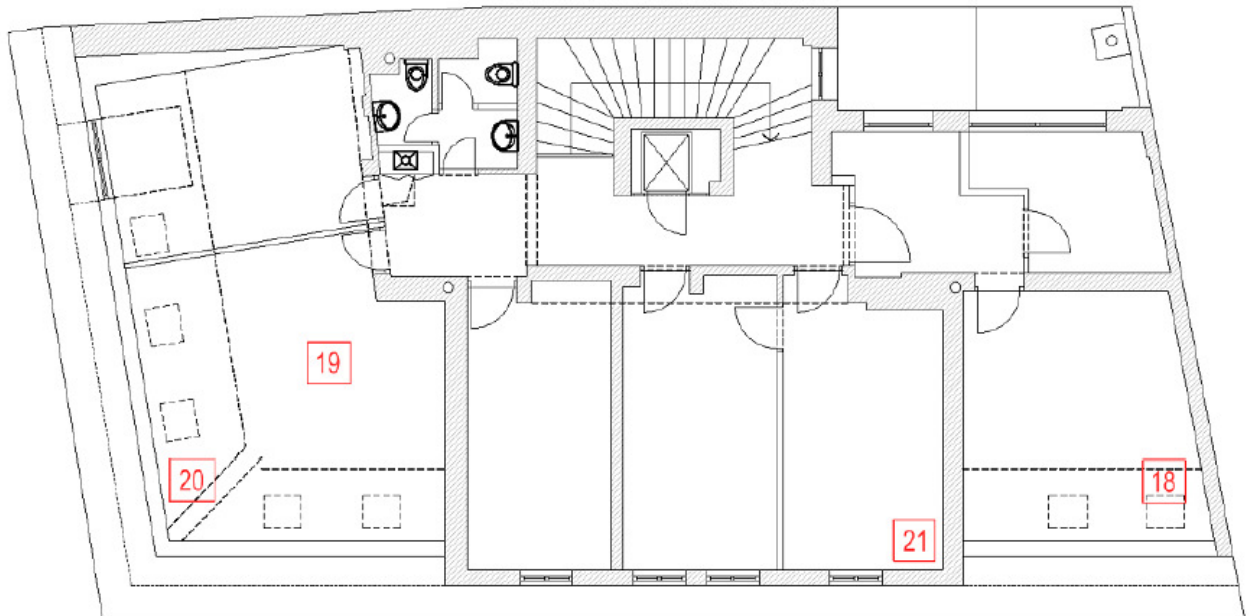
*Slika 7. 19*

*Sondažna bušotina 16 – Zidani pregradni zid - opeka „starog formata“, pukotine po sljubnicama, odlamanje i ispadanje elemenata opeke*



*Slika 7. 20*

*Sondažna bušotina 17 – Zazidani otvor*



Slika 7.1 Potkrovlje - pozicije istražnih sondažnih otvora



Slika 7. 21

Sondažna bušotina 18 – Drveni rogovi i OSB ploča na gornjem rubu



Slika 7. 22

Sondažna bušotina 19 – Čelični "U"  
profili, s gornje strane su daske



Slika 7. 23

Sondažna bušotina 20 – Drveni rog  
ojačan s dva čelična "U" profila, s  
gornje strane su daske i OSB ploče





*Slika 7. 24*

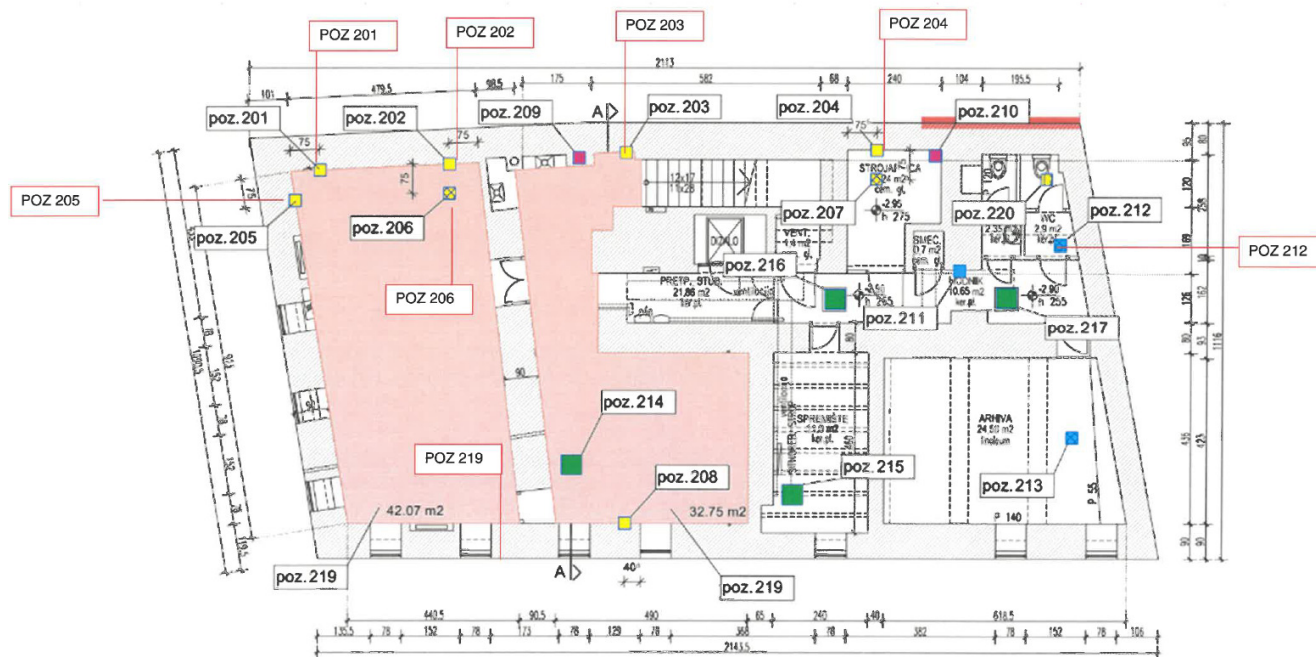
*Sondažna bušotina 21 – Drveni  
grednik, fasadni zid*

Ispitivanje i sondiranje nosive konstrukcije u podrumu izvedeno je od strane tvrtke „Geoexpert IGM“ u studenom 2021.g (broj izvještaja IR-23.11.21-01-01 izrađen od strane Martina Huljev, struč.spec.ing.aedif. i Mario Vujica, mag.ing.aedif.)




Prikaz ispitnih pozicija na tlocrtu podruma:





**Geoexpert IGM**


d.o.o., za ispitivanje građevinskih materijala i konstrukcija, projektiranje i nadzor



Tablica 1. Oznake ispitnih mjesta

Oznaka ispitnog mjesta	Oznaka u laboratoriju/ izvještaju	Konstruktivni element	Provedena ispitivanja*	Mjesto uzorkovanja
POZ 201	POZ 201	Unutarnji zid sobe za sastanke, podrum	D V	
POZ 202	POZ 202	Unutarnji zid sobe za sastanke, podrum	D	
POZ 205	POZ 205	Unutarnji zid sobe za sastanke, podrum	D V	

Oznaka ispitnog mjesta	Oznaka u laboratoriju/ izvještaju	Konstruktivni element	Provedena ispitivanja*	Mjesto uzorkovanja
POZ 219	POZ 219	Unutarnji zid sobe za sastanke, podrum	D V	
POZ 206	POZ 206	Podna ploča sobe za sastanke, podrum	D	
POZ 203	POZ 203	Unutarnji zid hodnika, podrum	D	
POZ 204	POZ 204	Unutarnji zid strojarnice dizala, podrum	D V	

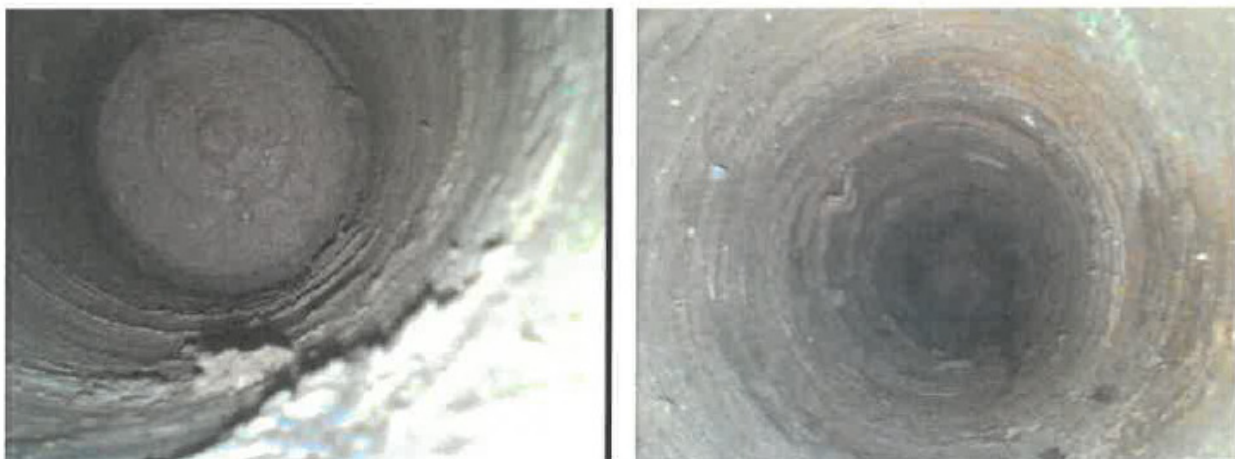
Oznaka ispitnog mjesta	Oznaka u laboratoriju/ izvještaju	Konstruktivni element	Provedena ispitivanja*	Mjesto uzorkovanja
POZ 212	POZ 212	Podna ploča WC-a, podrum	D	

**\*OZNAKE PROVEDENIH ISPITIVANJA:**

D – slojevi i debljina konstruktivnih elemenata  
V - određivanje vlažnosti uzorka

**Ispitno mjesto POZ 201**

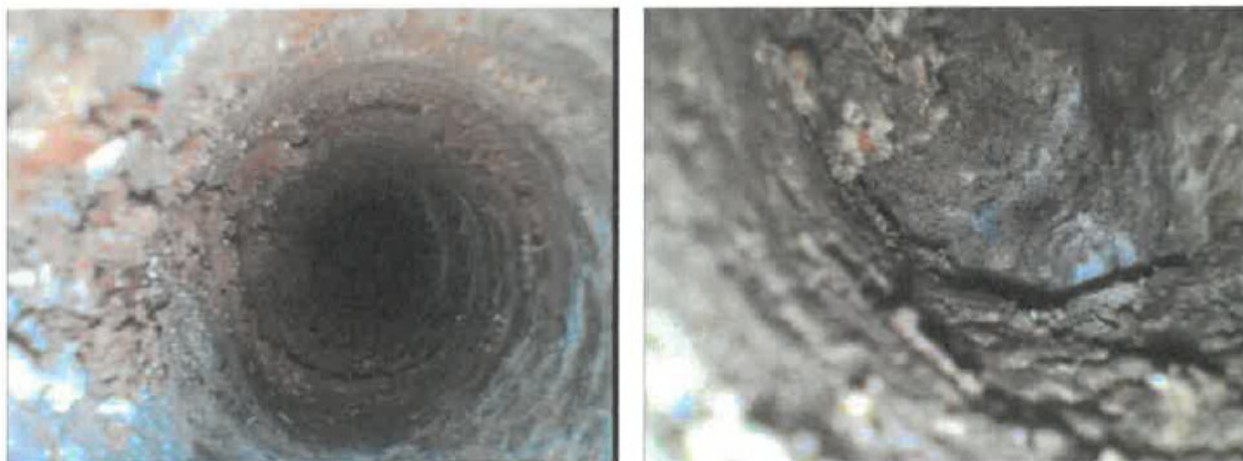
Ispitno mjesto POZ 201 nalazi se u podrumu na unutarnjem zidu sobe za sastanak. S unutarnje strane zid je obložen vapneno-cementnom žbukom debljine 5 cm. Zid je zidan punom opekom u debljini 40 cm. Pozicija je bušena bušilicom s dijamantnom krunom proizvođača GÖLZ. Izbušen je uzorak promjera Ø 30 mm. Vidljivo je da je kroz cijelu dužinu uzorka prisutna puna opeka. Sadržaj vlage izvađenog uzorka ispitana je sušenjem u laboratoriju Geoexpert-I.G.M.-a, te iznosi 23,9 %.



*Slika 3 Prikaz ispitnog mjesta POZ 201 endoskopom*

### Ispitno mjesto POZ 202

Ispitno mjesto POZ 202 nalazi se u podrumu na unutarnjem zidu sobe za sastanak. Zid je bušen svrdlom radi utvrđivanja debljine elemenata i sastava prema otpadnoj prašini. S unutarnje strane zid je obložen vapneno-cementnom žbukom debljine 5 cm. Prilikom pregleda ustanovljena je pojačana vlaga na dubini od 15 cm. Vizualnim pregledom je utvrđeno da je zid zidan punom opekam u debljini 40 cm.



*Slika 4 Prikaz ispitnog mjesta POZ 202 endoskopom*

### Ispitno mjesto POZ 205

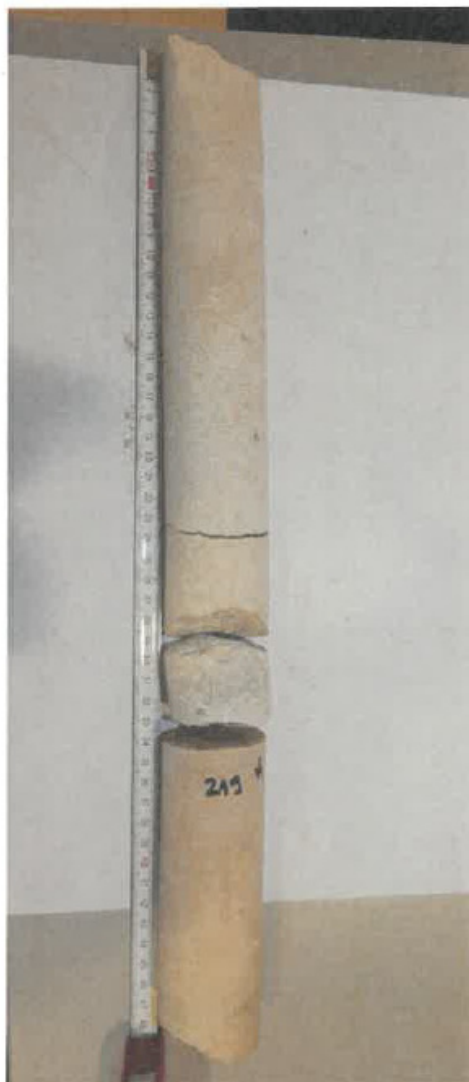
Ispitno mjesto POZ 205 nalazi se u podrumu na unutarnjem zidu sobe za sastanak. S unutarnje strane zid je obložen vapneno-cementnom žbukom 5 cm. Zid je zidan punom opekam u debljini 90 cm. Pozicija je bušena bušilicom s dijamantnom krunom proizvođača GÖLZ. Izbušen je uzorak promjera Ø 30 mm. Vidljivo je da je kroz cijelu dužinu uzorka prisutna puna opeka. Sadržaj vlage izvađenog uzorka ispitana je sušenjem u laboratoriju Geoexpert-I.G.M.-a, te iznosi 26,2%.



*Slika 5 Prikaz ispitnog mjesta POZ 205 endoskopom*

### Ispitno mjesto POZ 219

Ispitno mjesto POZ 219 nalazi se u podrumu na unutarnjem zidu sobe za sastanak. S unutarnje strane zid je obložen vapneno-cementnom žbukom debljine 5 cm. Zid je od kamena bez vidljivih ravnina diskontinuiteta. Pozicija je bušena bušilicom s dijamantnom krunom proizvođača GÖLZ. Izbušen je uzorak promjera Ø 50 mm. Vidljivo je da je kroz cijelu dužinu uzorka prisutan kamen bez vidljivih ravnina diskontinuiteta. Sadržaj vlage izvađenog uzorka ispitana je sušenjem u laboratoriju Geoexpert-I.G.M.-a, te iznosi 4,7 %.



#### UNUTARNJI ZID SOBE ZA SASTANAK, PODRUM

Oznaka naručitelja: POZ 219

- valjak Ø50 mm

#### - OPIS SLOJEVA UZORKA:

1. Kamen, d= 220 - 235 mm

- lom uzorka kroz kamen

2. Kamen, d= 36 - 54 mm

- lom uzorka kroz kamen

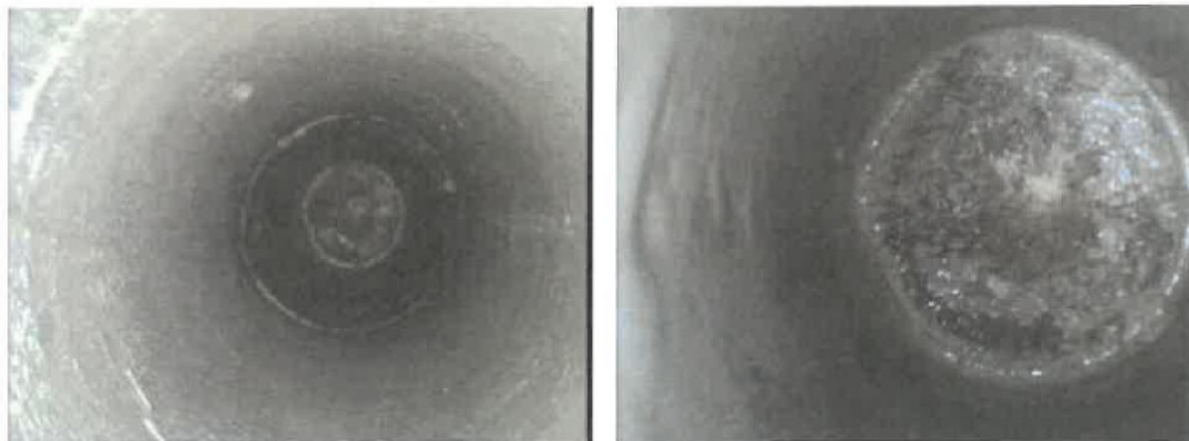
3. Kamen, d= 32 - 34 mm

- lom uzorka kroz kamen

4. Kamen, d= 132 - 146 mm

- lom uzorka kroz kamen

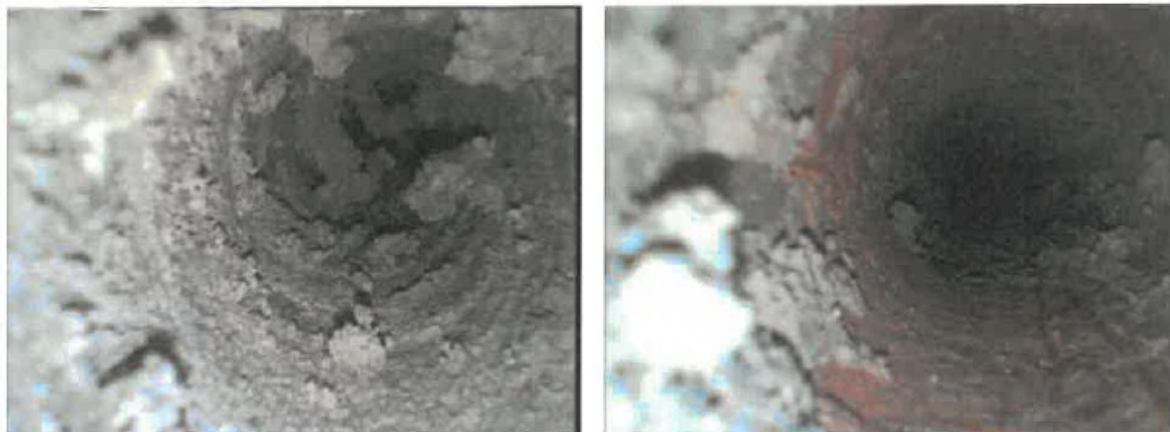
*Slika 6 Slojevi unutarnjeg zida sobe za sastanak, podrum na ispitnom mjestu POZ 219*



*Slika 7 Prikaz ispitnog mjesta POZ 219 endoskopom*

### Ispitno mjesto POZ 203

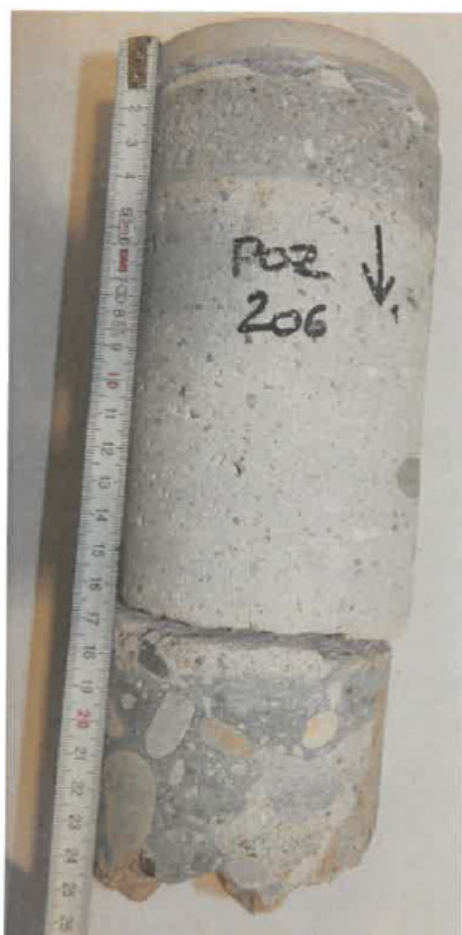
Ispitno mjesto POZ 203 nalazi se u podrumu na unutarnjem zidu hodnika. Zid je bušen svrdlom radi utvrđivanja debljine elemenata i sastava prema otpadnoj prašini. S unutarnje strane zid je obložen vapneno-cementnom žbukom debljine cca 3 cm. Zid podruma je zidan betonom u debljini 30 cm.



Slika 8 Prikaz ispitnog mjesta POZ 203 endoskopom

### Ispitno mjesto POZ 206

Ispitno mjesto POZ 206 nalazi se u podrumu na podnoj ploči sobe za sastanak. Bušen je valjak promjera Ø 100 radi utvrđivanja dubine i sastava podne ploče. Vizualnim pregledom utvrđeno je da je podna ploča izvedena od cementnog estriha, hidroizolacijskog premaza i dva sloja betona s riječnim agregatom. Opis slojeva uzorka s ispitnog mjesta POZ 206 dan je u nastavku Izvještaja.



#### **PODNA PLOČA SOBE ZA SASTANAK, PODRUM**

Oznaka naručitelja: POZ 206

- valjak Ø 100 mm

#### **- OPIS SLOJEVA UZORKA:**

1. Keramička pločica, d = 10 mm
2. Ljepilo za pločice, d = 5 - 9 mm
3. Cementni estrih, d = 25 - 29 mm
4. Hidroizolacijski premaz, d = 4 mm
5. Beton, d= 125 – 130 mm
  - beton od riječnog agregata
  - pravilan raspored zrna agregata
  - mala količina šupljina, do Ø2 - 4 mm
  - D<sub>max</sub>: 16 mm

- lom uzorka kroz cementni kamen i agregat

6. Beton, d= 56 - 85 mm
  - beton od riječnog agregata
  - pravilan raspored zrna agregata
  - mala količina šupljina, do Ø2 - 6 mm
  - D<sub>max</sub>: 32 mm

Slika 9 Slojevi podne ploče sobe za sastanak, podrum na ispitnom mjestu POZ 206



### Ispitno mjesto POZ 204

Ispitno mjesto POZ 204 nalazi se u podrumu na unutarnjem zidu strojarnice dizala. S unutarnje strane zid je obložen vapneno-cementnom žbukom debljine cca 2 cm. Zid je zidan betonom u debljini 80 cm. Pozicija je bušena bušilicom s dijamantnom krunom proizvođača GÖLZ. Izbušen je uzorak promjera  $\varnothing$  50 mm. Vidljivo je da je kroz cijelu dužinu uzorka prisutan beton. Sadržaj vlage izvađenog uzorka ispitana je sušenjem u laboratoriju Geoexpert-I.G.M.-a, te iznosi 5,1 %.



#### UNUTARNJI ZID STROJARNICE DIZALA, PODRUM

Oznaka naručitelja: POZ 204

- valjak  $\varnothing$ 50 mm

- OPIS SLOJEVA UZORKA:

1. Vapneno-cementna žbuka, d= 15 - 20 mm

- lom uzorka kroz cementni kamen i agregat

2. Beton, d= 60 - 65 mm

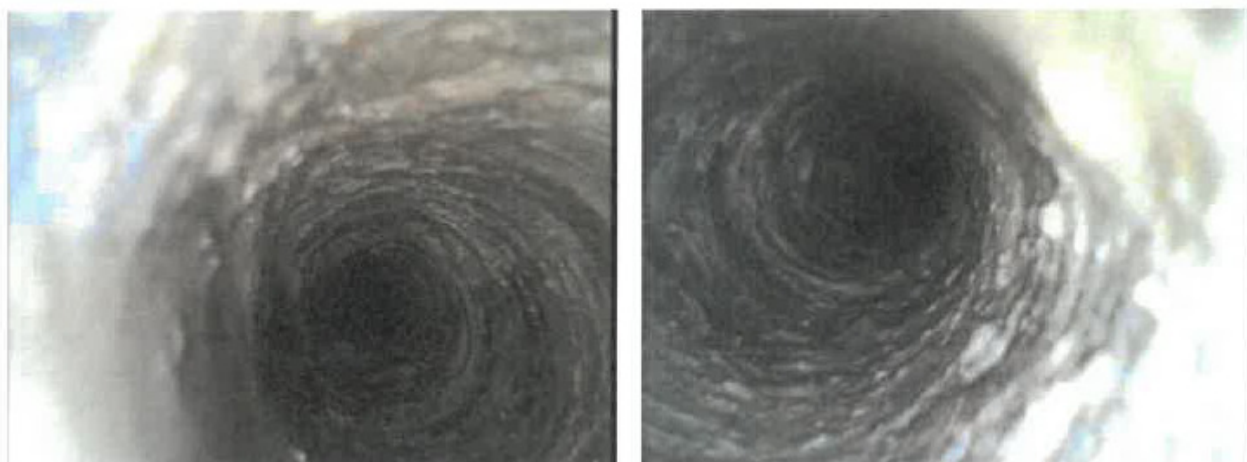
- beton od riječnog agregata

- pravilan raspored zrna agregata

- mala količina šupljina, do  $\varnothing$ 2 - 5 mm

-  $D_{max}$ : 16 mm

Slika 10 Slojevi unutarnjeg zida strojarnice dizala, podrum na ispitnom mjestu POZ 204



Slika 11 Prikaz ispitnog mjesta POZ 204 endoskopom

### Ispitno mjesto POZ 212

Ispitno mjesto POZ 206 nalazi se u podrumu na podnoj ploči WC-a. Bušen je valjak promjera Ø100 radi utvrđivanja dubine i sastava podne ploče. Vizualnim pregledom utvrđeno je da je podna ploča izvedena od cementnog estriha, hidroizolacije na bazi vapna, cementnog estriha i dva sloja betona s riječnim agregatom. Opis slojeva uzorka s ispitnog mjesta POZ 212 dan je u nastavku Izvještaja.



#### **PODNA PLOČA WC-a, PODRUM**

Oznaka naručitelja: POZ 212

- valjak Ø100 mm

- OPIS SLOJEVA UZORKA:

1. Keramička pločica, d = 10 mm

2. Cementno mlijeko, d = 3 - 8 mm

3. Cementni estrih, d = 45 - 50 mm

4. Hidroizolacija na bazi vapna, d = 9 - 15 mm

5. Cementni estrih, d = 36 mm

6. Beton, d= 100 - 120 mm

- beton od riječnog agregata

- pravilan raspored zrna agregata

- mala količina šupljina, do Ø2 - 5 mm

- D<sub>max</sub>: 32 mm

- GA Ø8/ 85 mm

- lom uzorka kroz cementni kamen i agregat

7. Beton, d= 80 - 90 mm

- beton od riječnog agregata

- pravilan raspored zrna agregata

- mala količina šupljina, do Ø2 - 5 mm

- D<sub>max</sub>: 16 mm


- lom uzorka kroz cementni kamen i agregat

*Slika 12 Slojevi podne ploče WC-a, podrum na ispitnom mjestu POZ 212*

### 3.8 Ispitivanje tla u zoni oštećenih zgrada

Ispitivanje tla izvršeno je od strane tvrtke **PROFELIS d.o.o.** u travnju 2023. godine, oznaka evidencije geotehničkog elaborata: **08/23**.

U nastavku su prikazani najvažniji rezultati ispitivanja za izradu projekta obnove:

	<b>d.o.o. za graditeljstvo i usluge</b> HR-10133 Zagreb, Huzjanova 10; tel.: +385-91-4012-403; e-mail: profelis@profelis.hr MB: 4238150; OIB: 90607895587; IBAN: HR 8124 0700 0110 0510 640
projekt: <b>POSLOVNA ZGRADA – Tkalčićeva 19, Zagreb, k.č.br. 1660, k.o. Centar</b>	T.D.: <b>08/23</b>
faza: <b>Geotehnički istražni radovi</b>	knjiga: <b>-</b>

Investitor: **DRŽAVNI URED ZA REVIZIJU**  
Tkalčićeva 19, Zagreb  
OIB: 55448281176

Projekt: **POSLOVNA ZGRADA – Tkalčićeva 19, Zagreb,**  
k.č.br. 1660, k.o. Centar

Naručitelj: **DRŽAVNI URED ZA REVIZIJU**  
Tkalčićeva 19, Zagreb  
OIB: 55448281176

Vrsta dokumentacije: **GEOTEHNIČKI ISTRAŽNI RADOVI**

Nositelj ugovora: PROFELIS d.o.o., Huzjanova 10  
10133 ZAGREB,

Broj ugovora: klasa: 406-01/22-01/17, Urbroj: 613-01-01-22-8

---

Tvrtka projektanta: **PROFELIS d.o.o.,**  
Huzjanova 10  
10133 ZAGREB,

Naziv knjige: **GEOTEHNIČKI ISTRAŽNI RADOVI**

ID broj projekta: TD 08/23  
Laboratorijska ispitivanja: **GEOLAB d.o.o. - Zagreb**

Projektant (izradio): **Mirko Petković, mag.ing.aedif.**

Suradnici: **Azra Petković, dipl.ing.građ.**

Direktor: **Mirko Petković, mag.ing.aedif.**

Datum: **travanj 2023.**

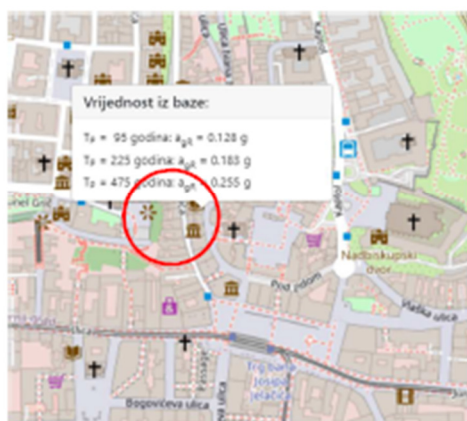
Hrvatska komora inženjera građevinarstva  
Mirko Petković  
mag. ing. aedif.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
  
G 4435

**PROFELIS d.o.o.**  
**ZAGREB**  
OIB 90607895587  

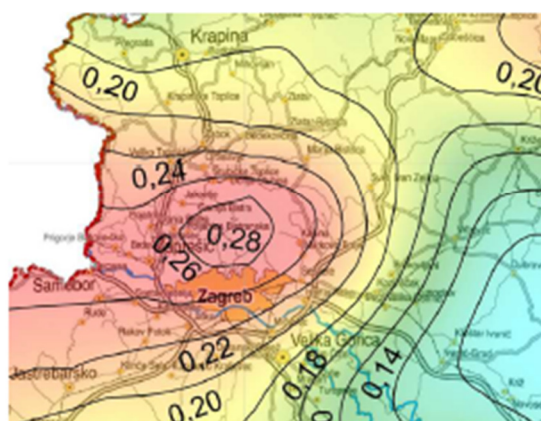

		<b>d.o.o. za graditeljstvo i usluge</b> HR-10133 Zagreb, Huzjanova 10; tel.: +385-91-4012-403; e-mail: profelis@profelis.hr MB: 4238150; OIB: 90607895587; IBAN: HR 6124 0700 0110 0510 640	
projekt:	POSLOVNA ZGRADA – Tkalčićeva 19, Zagreb, k.č.br. 1660, k.o. Centar	T.D.:	08/23
faza:	Geotehnički istražni radovi	knjiga:	-

Uvidom u navedene karte očitava se iznos horizontalnih vršnih ubrzanja temeljnog tla tipa A  $a_{gR} = 0,13$  g za povratno razdoblje potresa 95 godina, odnosno  $a_{gR} = 0,26$  g za povratno razdoblje 475 godina.

Na slici 54 dan je izvod iz Karte potresnih područja za PP 95/225/475 godina, a na slici 54 dan je isječak iz Karte potresnih područja za povratni period 475 god. preuzeto iz aplikacije sa stranice <http://seizkarta.gfz.hr/hazmap/karta.php>.



**Slika 54.** Isječak iz aplikacije Karte potresnih područja za povratni period 95, 225 i 475 god. (<http://seizkarta.gfz.hr/karta.php>).




**Slika 55.** Isječak iz Karte potresnih područja za povratni period 475 god., originalnog mjerila 1:800.000

Prema kategorizaciji tla prema seizmičnosti slojevi tla su svrstani u grupu "C/D".

**Tablica 19.** Kategorizacija tla prema seizmičnosti (EC8; HRN EN 1998-1:2008)

Kat.tla	Opis profila tla	Parametri		
		$V_{s,30}$ (m/s)	$N_{SPT}$ (udaraca/30 cm)	$C_u$ (kPa)
A	Stijena ili njoj slične geološke formacije, uključujući najviše 5m slabijeg materijala na površini	>800	-	-
B	Slojevi vrlo zbijenog pijeska, šljunka ili vrlo čvrste gline, debljine najmanje nekoliko desetina metara, karakterizirani stupnjevitim povećanjem mehaničkih svojstava s dubinom	360-800	>50	>250
<b>C</b>	<b>Slojevi zbijenog ili srednje zbijenog pijeska, šljunka ili čvrste gline, debljine od nekoliko desetina do više stotina metara.</b>	<b>180-360</b>	<b>15-50</b>	<b>70-250</b>
D	Rastresito do srednje zbijeni nevezani sedimenti (sa ili bez mekih kohezivnih slojeva) ili predominantno mekano do čvrsto kohezivno tlo.	<180	<15	<70
E	Tlo koje se na površini sastoji od aluvijalnih nanosa sa vrijednosti $V_{s,30}$ prema tipu C ili D i debljinom između 5 i 20 m, ispod kojeg je krući materijal sa $V_{s,30} > 800$ m/s			

	<b>d.o.o. za graditeljstvo i usluge</b> HR-10133 Zagreb, Huzjanova 10; tel.: +385-91-4012-403; e-mail: profelis@profelis.hr MB: 4238150; OIB: 90607895587; IBAN: HR 6124 0700 0110 0510 640	
	projekt: POSLOVNA ZGRADA – Tkalčićeva 19, Zagreb, k.č.br. 1660, k.o. Centar	T.D.: 08/23
faza: Geotehnički istražni radovi	knjiga: -	

### 10.1. PRORAČUN SEIZMIČKIH KOEFICIJENATA

**Tablica 20. Vrijednosti elastičnog spektra odziva  $S$  za različite klase tla/stijene**

Klasa tla	$S$	$T_{B(S)}$	$T_{C(S)}$	$T_{D(S)}$
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	1,2	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0
D	1,35	0,20	0,8	2,0
E	1,4	0,15	0,5	2,0

**Tablica 21. Vrijednost parametra konstrukcije  $r$  u ovisnosti o vrsti temeljne konstrukcije**

Vrsta temeljne konstrukcije	$r$
Gravitacijski zidovi koji mogu prihvatiti slijeganja do $d_i=300 \times \alpha \times S$ [mm]	2,0
Gravitacijski zidovi koji mogu prihvatiti slijeganja do $d_i=200 \times \alpha \times S$ [mm]	1,5
Savitljiviji armirano-betonski zidovi, sidreni ili razupirani zidovi, armirano-betonski zidovi na pilotima, upeti podrumski zidovi i upornjaci mostova	1,0

Horizontalni seizmički koeficijent:

$$k_h = \alpha \times S / r; \quad \alpha = a_{hg} / g$$

gdje su:

$k_h$  – horizontalni seizmički koeficijent

$k_v$  – vertikalni seizmički koeficijent

$\alpha$  – koeficijent odnosa proračunskog horizontalnog ubrzanja tla tipa A i gravitacijskog ubrzanja

$a_{hg}$  – proračunsko horizontalno ubrzanje tla

$S$  – parametar ovisan o klasi tla

$r$  – parametar ovisan o vrsti konstrukcije

$$k_v = \pm 0,5 \times k_h; \text{ za } a_{vg} / a_g > 0,6$$

$$k_v = \pm 0,33 \times k_h; \text{ za } a_{vg} / a_g \leq 0,6$$

Koeficijent  $\alpha$ :

$$\alpha = 0,26 \times g / g; \quad \alpha = 0,26$$

- za klasu tla C odabran je parametar  $S=1,15$


- za vrstu konstrukcije odabran je parametar  $r=1,5$

Proračunski horizontalni seizmički koeficijent  $k_h$ :

$$k_h = 0,26 \times 1,15 / 1,5 = 0,19$$

Proračunski vertikalni seizmički koeficijent  $k_v$ :

$$k_v = 0,33 \times 0,20 = 0,06$$

 <b>PROFELIS</b>	<b>d.o.o. za graditeljstvo i usluge</b>
	HR-10133 Zagreb, Huzjanova 10; tel.: +385-91-4012-403; e-mail: profelis@profelis.hr MB: 4238150; OIB: 90807895587; IBAN: HR 8124 0700 0110 0510 640
projekt: POSLOVNA ZGRADA – Tkalčićeva 19, Zagreb, k.č.br. 1660, k.o. Centar	T.D.: 08/23
faza: Geotehnički istražni radovi	knjiga: -


### 12.1. KARAKTERISTIKE TEMELJA

Istražnim radovima je utvrđeno da je u zoni istraživanja objekt temeljen na temeljnim trakama od kamena i opeke. U donjem dijelu temeljne trake su minimalne širine jednake širini zidova. Na poziciji S-1 utvrđeno proširenje temeljne trake cca 5-7 cm.

*Tablica 22. Tehničke karakteristike temeljnih traka*

Oblik temelja	Širina trake (m)	Visina temelja ispod kote poda podruma (m)	Donja kota temelja, Df* (m)	Temelj	Napomena
temeljna traka	0,9 ili 1,0	0,7	3,2	kamen	model 1
temeljna traka	0,9	0,7	2,8	kamen	model 2

*\*u odnosu na kotu terena – Tkalčićeva ulica*

 <b>PROFELIS</b> d.o.o. za graditeljstvo i usluge HR-10133 Zagreb, Huzjanova 10; tel.: +385-91-4012-403; e-mail: profelis@profelis.hr MB: 4238150; OIB: 90807895587; IBAN: HR 6124 0700 0110 0510 640	projekt: <b>POSLOVNA ZGRADA – Tkalčićeva 19, Zagreb, k.č.br. 1660, k.o. Centar</b>	T.D.: <b>08/23</b>
	faza: <b>Geotehnički istražni radovi</b>	knjiga: <b>-</b>

### 12.3. ANALIZA NOSIVOSTI TEMELJNIH TRAKA – SEIZMIČKA ANALIZA

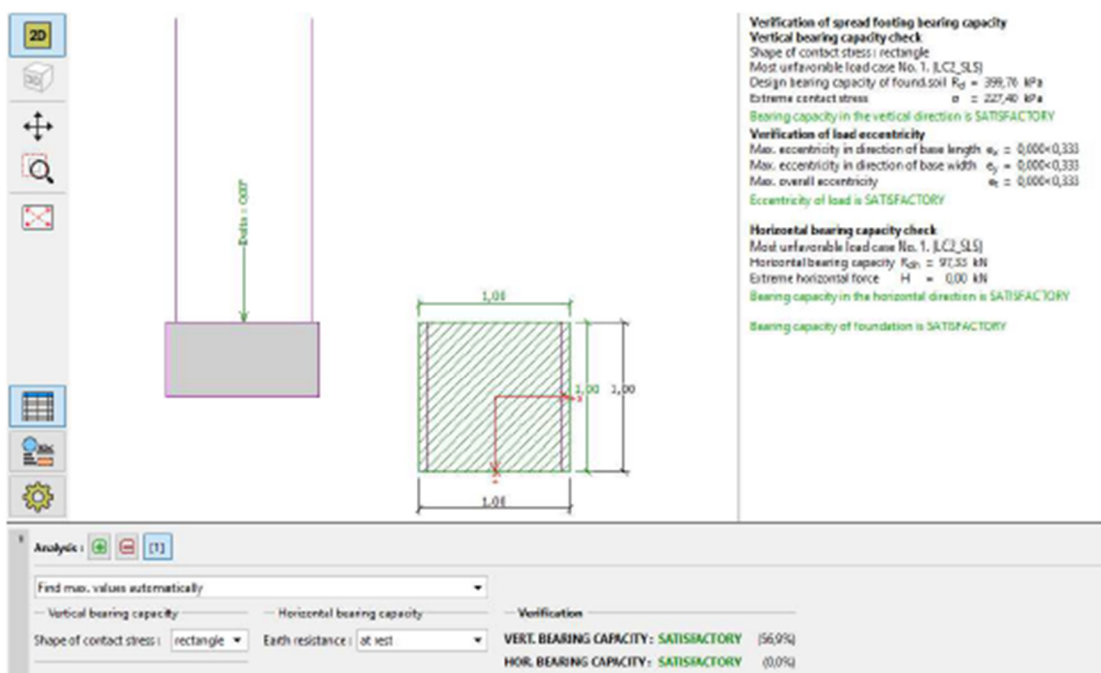
Proračun nosivosti tla, odnosno dopuštenog kontaktnog naprezanja po kriteriju sloma tla ispod plitko temeljene temeljne trake proveden je prema izrazu Brinch - Hansena, a u skladu s

- Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija -- 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade -- Nacionalni dodatak (HRN EN 1998-1:2011/NA:2011/A1:2021)
- HRN EN 1998-5:2011, Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija -- 5. dio: Temelji, potporne konstrukcije i geotehnička pitanja (EN 1998-5:2004)

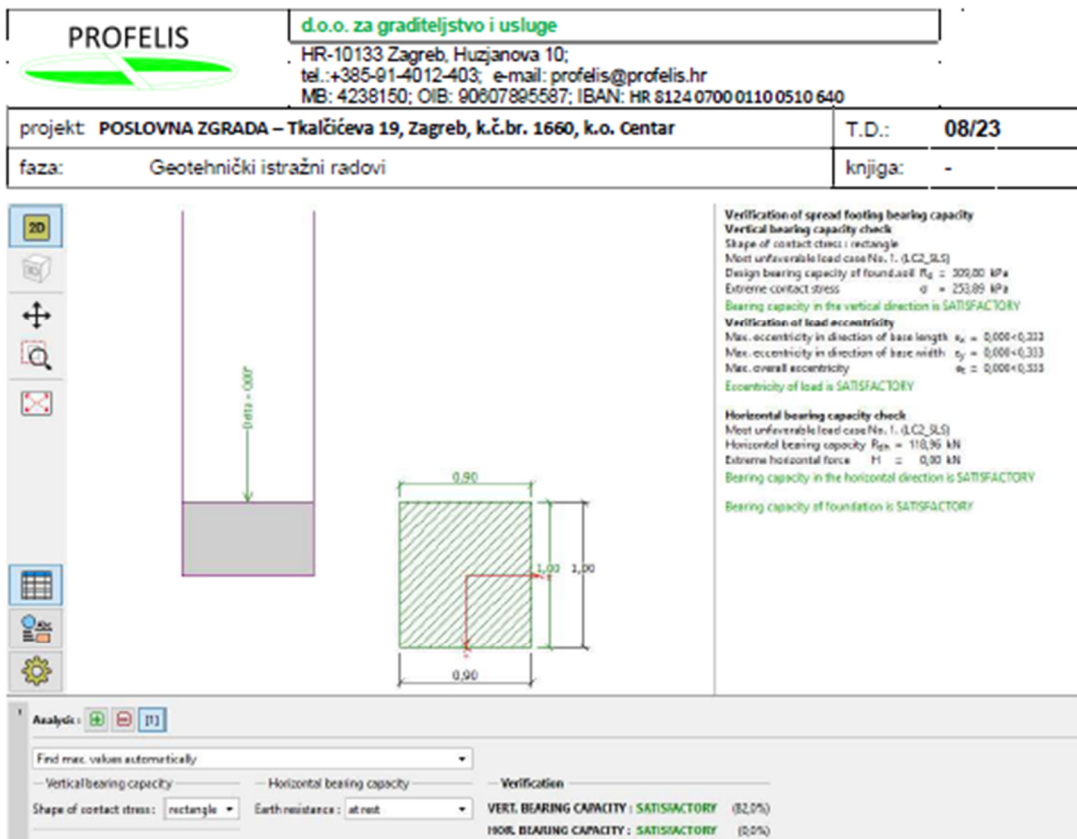
Proračun je proveden programskim paketom GEOS (proizvođač Fine spol s.r.o. – Češka).

- Parametri tla su usvojeni prema poglavlju 8 za dva modela temeljenog tla.
- Podzemna voda je usvojena za slučaj pojave na koti poda podruma

#### NOSIVOST TLA



Slika 60. Rezultati analize nosivosti temeljenog tla –MODEL 1- seizmička analiza



Slika 61. Rezultati analize nosivosti temeljnog tla –MODEL 2 - seizmička analiza

U tablici ispod prikazani su rezultati analiza nosivosti temeljnog tla.

Tablica 25. Rezultati proračuna nosivosti temeljne trake

Oznaka	Model tla	Širina, B (m)	Dužina, L (m)	Površina, A	Dubina temeljenja	Debljina temelja	Podzemna voda	$R_{ds}$
		[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[kPa]
1.	MODEL 1	1,0	10,0	10,0	3,2	0,7	2,1	399
2.	MODEL 2	0,9	10,0	9,0	2,8	0,7	2,1	309

gdje su:

$R_{ds}$  - Dopušteno opterećenje temeljnog tla - projektirana otpornost tla – seizmička analiza;

TT –temeljna traka



	<b>d.o.o. za graditeljstvo i usluge</b> HR-10133 Zagreb, Huzjanova 10; tel.: +385-91-4012-403; e-mail: profelis@profelis.hr MB: 4238150; OIB: 90807895587; IBAN: HR 8124 0700 0110 0510 640
	projekt: <b>POSLOVNA ZGRADA – Tkalčićeva 19, Zagreb, k.č.br. 1660, k.o. Centar</b>
faza: Geotehnički istražni radovi	T.D.: <b>08/23</b> knjiga: -

### 13. ODREĐIVANJE KOEFICIJENTA REAKCIJE POLOGE $k$ ,

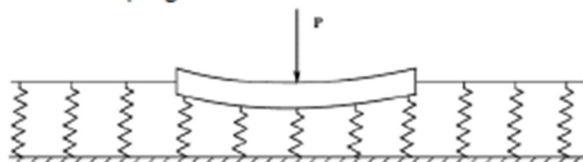
Koeficijent reakcije podloge određen je primjenom Winkler-ovog modela tla pri čemu se temelj tretira kao savitljiv odnosno deformabilan na elastičnoj podlozi (tlu). Pri tome se elastične karakteristike tla opisuju koeficijentom (modulom) reakcije tla. Pritisak u svakoj točki površine temelja proporcionalan je elastičnom slijeganju tla u toj točki, odnosno:

$$q = k \cdot w,$$

gdje su:

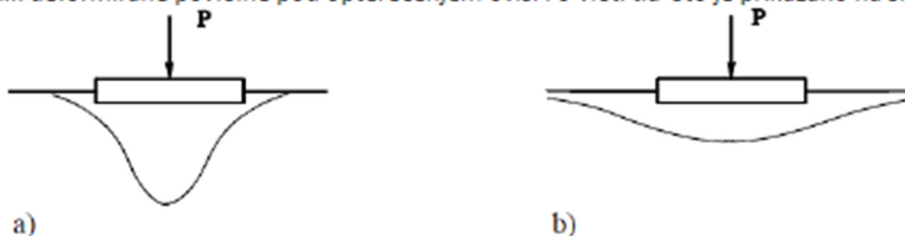
- $q$  = pritisak na tlo u promatranoj točki,
- $w$  = vertikalno elastično slijeganje u promatranoj točki,
- $k$  = koeficijent (modul) reakcije tla koji određuje krutost podloge.

Prema usvojenim pretpostavkama temeljno tlo se zamjenjuje sistemom elastičnih, međusobno nezavisnih opruga:



Slika 62. Ponašanje Winkler-ove podloge pod opterećenjem

Oblik deformirane površine pod opterećenjem ovisi i o vrsti tla što je prikazano na slici ispod:



Slika 63.. Ponašanje pod opterećenjem a) krupnozrno tlo, b) sitnozrno tlo

Za određivanje koeficijenta reakcije podloge promatrano je slijeganje u karakterističnoj točki za kritičnu kombinaciju opterećenja i pripadno ekstremno naprezanje ispod temelja.

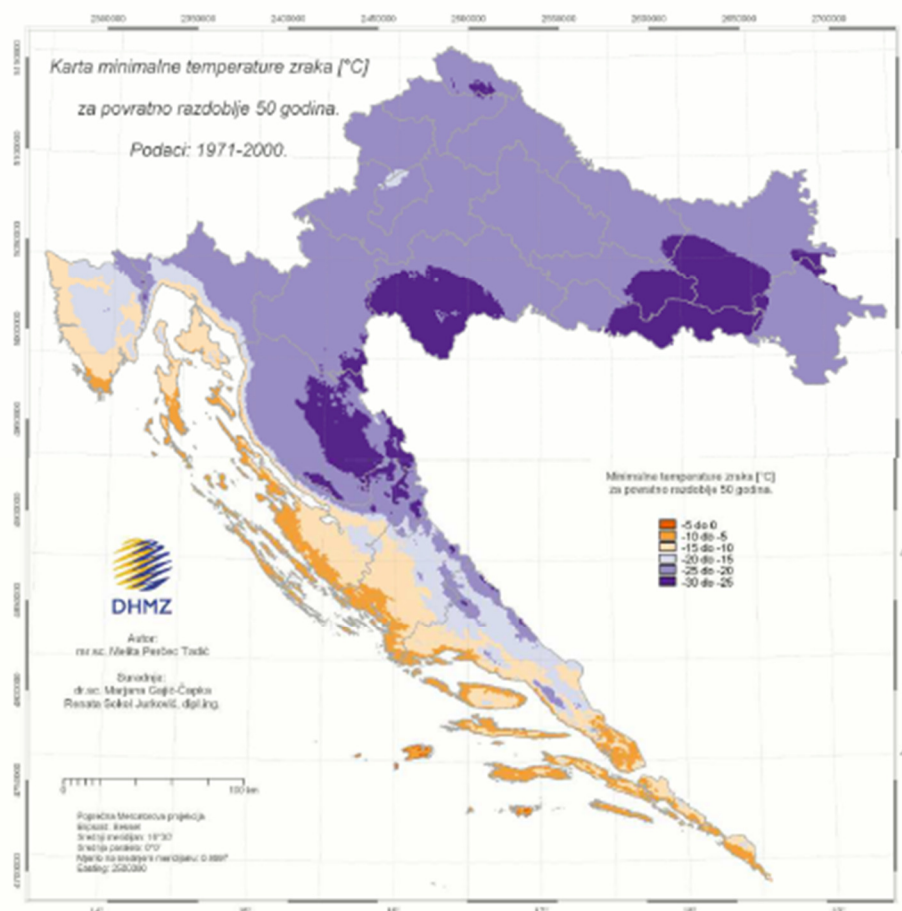
Tablica 26. Proračun koeficijenta reakcije podloge,  $k$

Analiza	Kritična kombinacija	Maksimalno kontaktno opterećenje temeljnog tla, $\sigma$ (kPa)	Ukupno slijeganje temelja u karakterističnoj točki $w_{uk}$ (mm)	Koeficijent reakcije podloge, $k$ (kN/m <sup>3</sup> )	Napomena
1.	SLS	227,8	35,8	6.400	MODEL 1
2.	SLS	254,0	20,6	12.300	MODEL 2

<p><b>PROFELIS</b> d.o.o. za graditeljstvo i usluge</p> <p>HR-10133 Zagreb, Huzjanova 10; tel.: +385-91-4012-403; e-mail: profelis@profelis.hr MB: 4238150; OIB: 90607895587; IBAN: HR 8124 0700 0110 0510 640</p>	
projekt: POSLOVNA ZGRADA – Tkalčićeva 19, Zagreb, k.č.br. 1660, k.o. Centar	T.D.: 08/23
faza: Geotehnički istražni radovi	knjiga: -

#### 14. ODREĐIVANJE MINIMALNE DUBINE TEMELJENJA ZBOG SMRZAVANJA TLA

Minimalna dubina plitkog temeljenja zbog zamrzavanja tla određena je prema karti najnižih temperatura zraka u hladu za povratno razdoblje 50 godina  $T_{min,50}$ , koja je dana u normi HRN EN 1991-1-5:2012/NA:2012. i Tablici K.1(HR) koja je dana u normi HRN EN 1997-1:2012/NA:2012 dodatak K. U tablici su dane vrijednosti minimalne dubine temeljenja ovisno o  $T_{min,50}$  za temeljna tla podložna nepovoljnim deformacijama zbog zamrzavanja.




Slika 64. Karta najnižih temperatura zraka u hladu za povratno razdoblje 50 godina

Tablica 27. Promjene minimalne dubine temeljenja ovisno o  $T_{min,50}$

Područje	$T_{min,50}$ (°)	Dubina temeljenja ( m )
I	-10	od 0,5 do 0,6
II	-15	od 0,6 do 0,7
II	-20	od 0,7 do 0,8
IV	-25	od 0,8 do 0,9
V	-30	od 1,0 do 1,2

Predmetna lokacija nalazi se u području IV sa  $T_{min,50} = -25$  °C te je zato minimalna dubina temeljenja od 0,8 do 0,9 m.

 <b>PROFELIS</b>	<b>d.o.o. za graditeljstvo i usluge</b>
	HR-10133 Zagreb, Huzjanova 10; tel.: +385-91-4012-403; e-mail: profelis@profelis.hr MB: 4238150; OIB: 90807895587; IBAN: HR 8124 0700 0110 0510 640
projekt: <b>POSLOVNA ZGRADA – Tkalčićeva 19, Zagreb, k.č.br. 1660, k.o. Centar</b>	T.D.: <b>08/23</b>
faza: <b>Geotehnički istražni radovi</b>	knjiga: <b>-</b>

### 15. ZAKLJUČNE NAPOMENE O PROVEDENIM ISTRAŽNIM RADOVIMA

Prema zahtjevu Naručitelja (DRŽAVNI URED ZA REVIZIJU, Tkalčićeva 19, Zagreb, OIB: 55448281176), provedeni su geomehnički istražni radovi za potrebe utvrđivanja uvjeta i načina temeljenja te stanja hidro izolacije/drenaže u podrumskom dijelu objekta u sklopu projekta OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE – PROJEKT POJAČANJA GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE POSLOVNE ZGRADE na adresi Tkalčićeva 19, Zagreb, k.č.br. 1660, k.o. Centar.

Inženjerskogeološke značajke naslaga dobivene su prvenstveno inženjerskogeološkim kartiranjem lokacije, geološkom i geomehničkom determinacijom materijala iz raskopa, te koristeći podatke geomehničkih ispitivanja materijala (laboratorijska i "in situ" ispitivanja). Prema inženjerskogeološkim i hidrogeološkim karakteristikama izdvojena su tri osnovna IG člana do provedene dubine istraživanja.


- **GEOTEHNIČKA SREDINA 1 – (CI/n)**– NASIP- Nasip od zaglinjenog šljunka, betona i ostatka građevinskog materijala, cigle.
- **GEOTEHNIČKA SREDINA 2 – (GC/GS)**– ŠLJUNAK- Sivi zaglinjeni šljunak s pijeskom i fragmentima kamena, te primjesama organskog materijala biljnog i životinjskog porijekla.
- **GEOTEHNIČKA SREDINA 3 – (CI/CH)**– GLINA- Smeđe-siva glina Prahovite gline srednje do visoke plastičnosti, polutvrde konzistencije. Sivo smeđe boje s narančastim mrljama. Sadrže malo pijeska, proslojke praha i FeMn kongrecije.

Tijekom istražnih radova je registrirana pojava podzemne vode u sondažnim raskopima na dubini 30-50 cm ispod kote poda obzirom na konfiguraciju terena, a nakon dodatnih istražnih radova možemo pretpostaviti da se radi o podzemnoj vodi koja se slijeva po kontaktu između geotehničke sredine GSR3. Odnosno podzemna voda u sondažnim raskopima se „pojaviła“ samo u zonama gdje je objekt temeljen izravno na GSR3 u prilogu čemu govori činjenica da na sondažnim raskopima S-7 i S-6 (sondažni uz Tkalčićevu ulicu) nije detektirana podzemna voda unutar raskopa. Istražnim bušenjem na B-1 utvrđena je pojava podzemne vode na dubini PPV=-4,9 m koja se nakon bušenja stabilizirala na koti RPV=-4,8 m (0,00 m = ušće bušotine prema Tkalčićevpj ulici). Za dobivanje kvalitetnije spoznaje o razinama i oscilaciji podzemne vode bilo bi potrebno provesti složenija i dugotrajnija mjerenja na terenu tijekom jedne hidrološke godine, što nije bilo predmet ovih istraživanja. U geološkom poglavlju dan je detaljniji osvrt na hidrogeološke karakteristike terena.

Predmetna lokacija nalazi se u području IV sa  $T_{min,50} = -25\text{ °C}$  te je zato minimalna dubina temeljenja od 0,8 do 0,9 m.

#### Komentar analize slijeganja:

Obzirom na starost samog objekta predviđena slijeganja su već ostvarena kao i procesi konsolidacije temeljnog tla. Ukoliko neće biti značajnog povećavanja opterećenja na temeljne trake za očekivati je da neće doći do dodatnih slijeganja ili će biti zanemariva.

 <b>PROFELIS</b>	<b>d.o.o. za graditeljstvo i usluge</b>
	HR-10133 Zagreb, Huzjanova 10; tel.: +385-91-4012-403; e-mail: profelis@profelis.hr MB: 4238150; OIB: 90807895587; IBAN: HR 8124 0700 0110 0510 640
projekt: <b>POSLOVNA ZGRADA – Tkalčićeva 19, Zagreb, k.č.br. 1660, k.o. Centar</b>	T.D.: <b>08/23</b>
faza: <b>Geotehnički istražni radovi</b>	knjiga: <b>-</b>

#### Komentar analize nosivosti temeljnog tla prema kriteriju sloma tla:

Geostatički proračuni su provedeni za temeljne trake geometrije utvrđene istražnim radovima.

Za trajno stanje, dopušteno kontaktno naprezanje po kriteriju sloma tla iznosi:

- $R_d=421$  kPa za model 1
- $R_d=475$  kPa za model 2

Za seizmičku analizu, dopušteno kontaktno naprezanje po kriteriju sloma tla iznosi:

- $R_{ds}=399$  kPa za model 1
- $R_{ds}=309$  kPa za model 2


Uzimajući u obzir da u više od 90-tak godina temelji nisu doživjeli slom, da je tlo ispod njih konsolidirano i boljih fizičkih karakteristika od onih utvrđenih istraživanjima pored objekta, tj. u prirodnim, nekonsolidiranim uvjetima, te da je objekt do potresa doživio tek neznatna oštećenja/pukotine, koja se ne mogu dovesti u uzročno-posljedičnu vezu sa sigurnošću i pouzdanošću temeljenja. Prilikom proračuna nosivosti temeljnog tla usvojene su sljedeće pretpostavke:

- Zanemaren je efekt vertikalnog trenja uzduž bočnih stranica podruma ( koji djeluje pozitivno).
- Provedena ispitivanja dinamičkim sondiranjem su provedena na udaljenosti cca 60-tak cm od temelja, što znači u zoni koja nije pod utjecajem konsolidacije. Obzirom na starost objekta tlo ispod postojećih temelja je konsolidirano tako da su očekivani modul elastičnosti veći od proračunatih na osnovu istražnih radova.
- Zanemarena su proširenja temelja u zoni D ( gdje je lošije tlo) te su u proračun uzete minimalne širine temelja.

#### Postojeći temelji u zoni istraživanja (sondažni raskopi):

Istražnim radovima je utvrđeno sljedeće:

- donji dio temelja je izveden od slaganog kamena i/ili izmjenom kamena/opeke,
- dubina temeljne ispod kote poda podruma varira od 50-70 cm,
- podzemna voda na cca 30-50 cm ( u trenutku ispitivanja)
- na sondažnom raskopu S-1 detektirano proširenje temeljne trake u donjem dijelu za cca 5-7 cm.
- Podrumski zidovi iznad kote poda izvedeni od opeke, osim zida prema Tkalčićevoj ulici koji je izveden od kamena.
- U dijelu Zone D izvedeno je nadzemno proširenje podrumskih zidova.
- Temeljene trake izravno oslonjene na osnovno (glinovito/šljunkovito tlo).
- Ispod podne ploče (zona A) nalazi se sustav drenaže/odvodnje koji usmjerava svu vodu prema Tkalčićevoj ulici, nije poznato stanje ovog sustava.
- U jednom dijelu je objekt temeljen izravno na GSR 3, dok je u jednom dijelu temeljen na sloju GSR 2 koji je utvrđene debljine do max 2 m prema rezultatima istraživanja, a ispod njega se nalazi GSR 3.
- Podna ploča nije „upeta“ u podrumске zidove, niti je izvedena hidrizolacija spoja ploča/zid. Na pozicijama gdje je opeka najvjerojatnije bila oštećenja, beton podne ploče se kod betoniranja „proširio“ unutar zida.

 <b>PROFELIS</b>	<b>d.o.o. za graditeljstvo i usluge</b> HR-10133 Zagreb, Huzjanova 10; tel.: +385-91-4012-403; e-mail: profelis@profelis.hr MB: 4238150; OIB: 90807895587; IBAN: HR 8124 0700 0110 0510 640
	projekt: <b>POSLOVNA ZGRADA – Tkalčićeva 19, Zagreb, k.č.br. 1660, k.o. Centar</b>
faza: Geotehnički istražni radovi	knjiga: -

#### Seizmičnost lokacije:

Podaci o seizmičkim karakteristikama terena preuzeti iz Karata potresnih područja Republike Hrvatske, tiskanih u približnom mjerilu 1:800.000 (autor: M. Herak, Geofizički odsjek, PMF, Zagreb, 2011.). Kartama su prikazana potresom prouzročena horizontalna poredbena vršna ubrzanja ( $a_{gR}$ ) površine temeljnog tla tipa A, s vjerojatnosti premašaja 10% u 10 godina, za poredbeno povratno razdoblje potresa 95 godina, odnosno 10% u 50 godina, za poredbeno povratno razdoblje potresa 475 godina, izraženo u jedinicama gravitacijskog ubrzanja  $g$  ( $1g = 9.81 \text{ m/s}^2$ ). Karte s tumačem su sastavni dio Nacionalnog dodatka za niz normi HRN EN 1998-1:2011/NA:2011, Eurokod 8:

Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija – 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade.

Uvidom u navedene karte očitava se iznos horizontalnih vršnih ubrzanja temeljnog tla tipa A  $a_{gR} = 0,13 g$  za povratno razdoblje potresa 95 godina, odnosno  $a_{gR} = 0,26 g$  za povratno razdoblje 475 godina.

Prema HRN EN 1997-1:2012/A1:2014, HRN EN 1997-1:2012/NA:2012 i HRN EN 1997-1:2012 građevina spada u geotehničku kategoriju 2.

Na osnovi rezultata geotehničkih istražnih radova i geostatičkih proračuna, može se utvrditi da je temeljno tlo geotehnički podobno za izgradnju, uz uvažavanje navoda iz ovog elaborata.

U skladu s HRN EN 1997 projekt istraživanja terena te sinteza i interpolacija rezultata istraživanja ne mogu se koristiti kao podloga za drugi objekt na istoj lokaciji niti za istovjetni objekt na drugoj lokaciji.

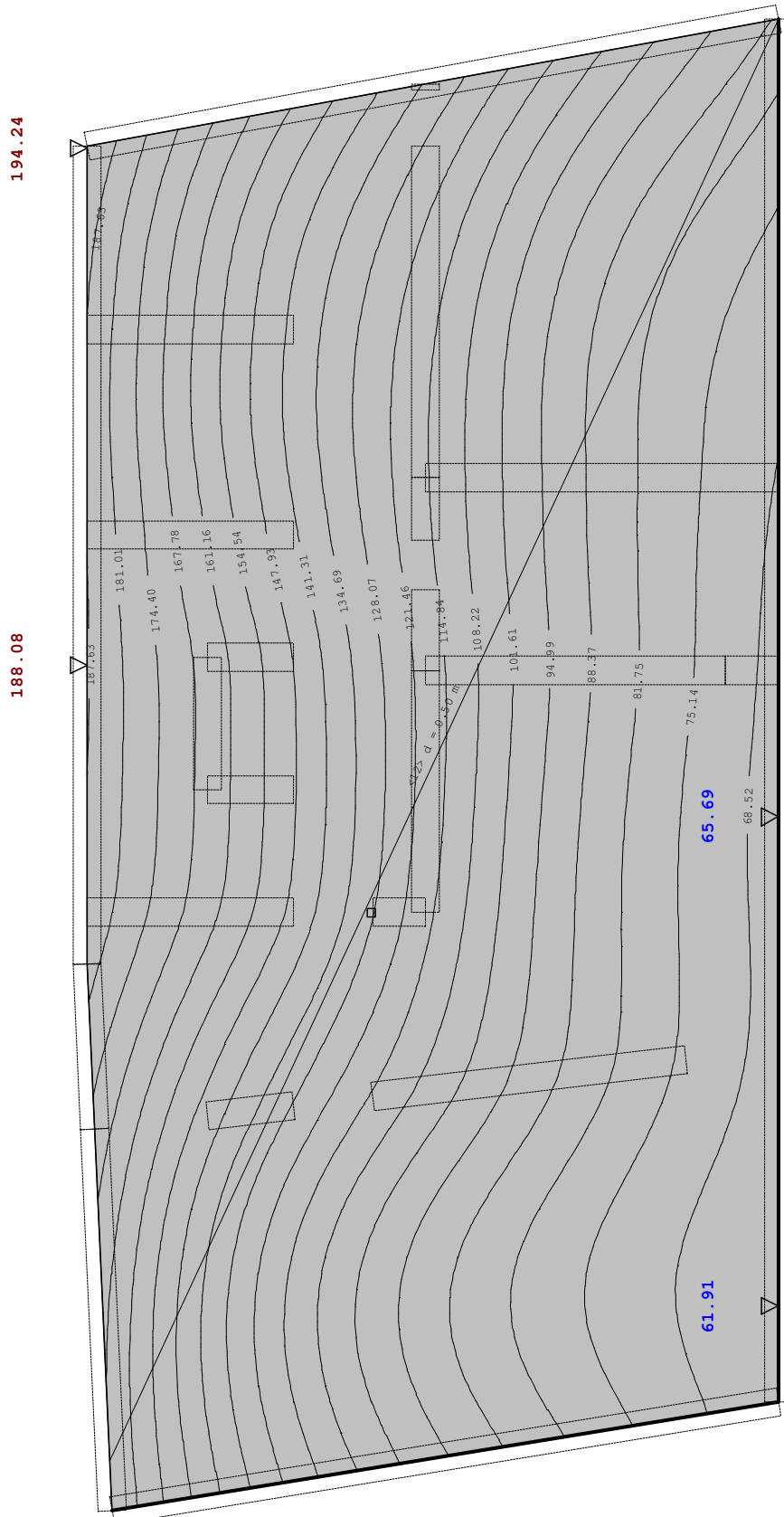
Hrvatska komora inženjera građevinarstva  
Mirko Petković  
mag. ing. aedif.  
Ovlašten inženjer građevinarstva  
  
G 4435

Izradio:

Mirko Petković, mag.ing.aedif.

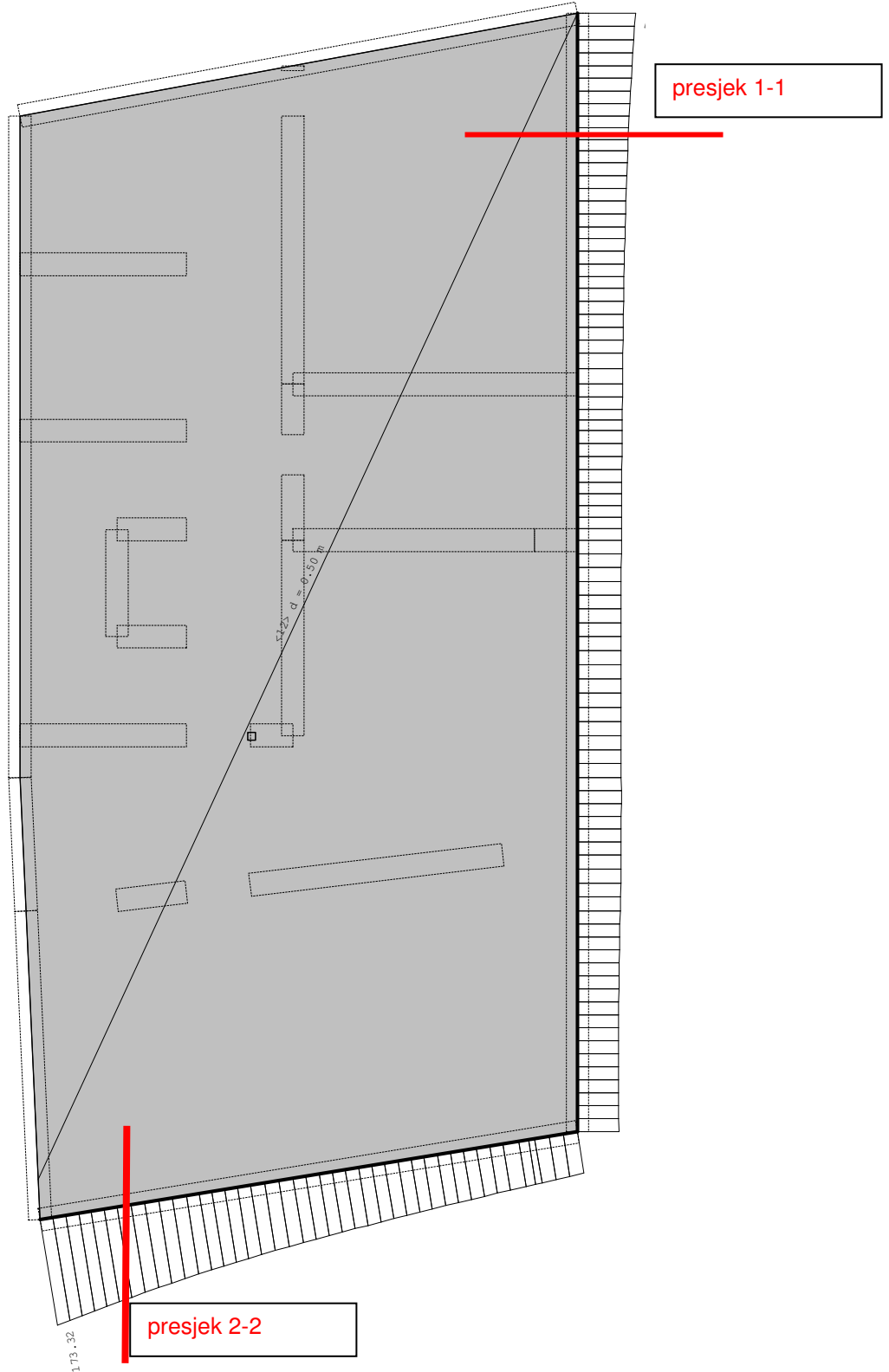
### 3.8.1 Preliminarni rezultati analize tla

Opt. 10: I+II



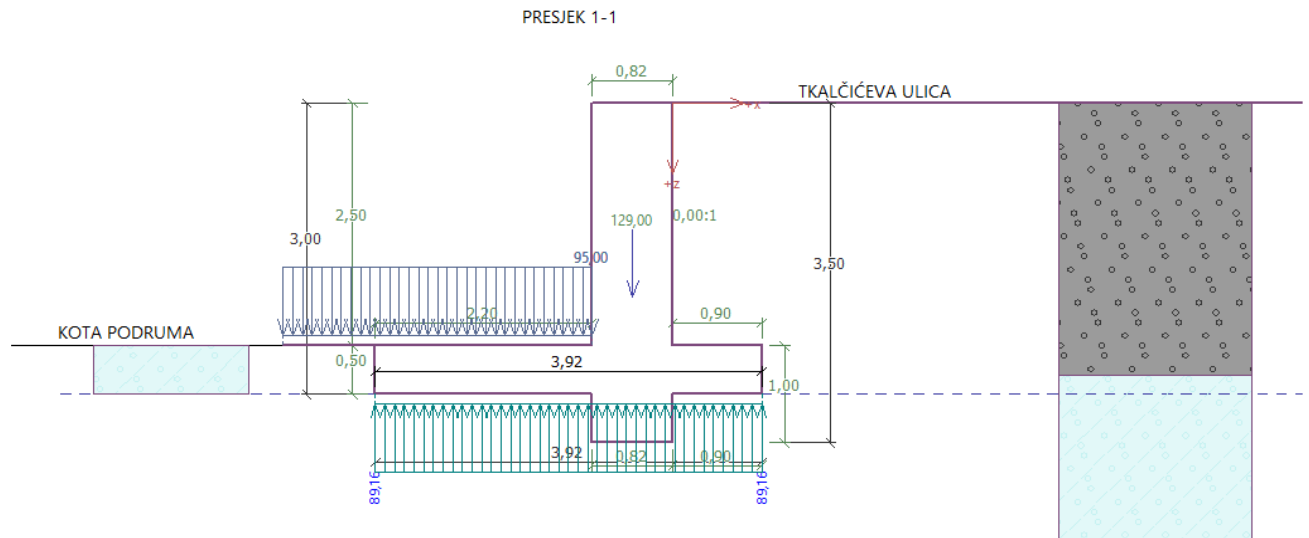
Nivo: poz 000 - temelji [-2.45 m]  
Utjecaji u pov. ležaju: max  $\sigma_{tla}$  = 194.24 / min  $\sigma_{tla}$  = 61.91 kN/m<sup>2</sup>

Opt. 10: I+II



Nivo: poz 000 - temelji [-2.45 m]  
Utjecaji u lin. ležaju: max  $r_2 = 173.32$  / min  $r_2 = 66.67$  kN/m

PRESJEK 1-1

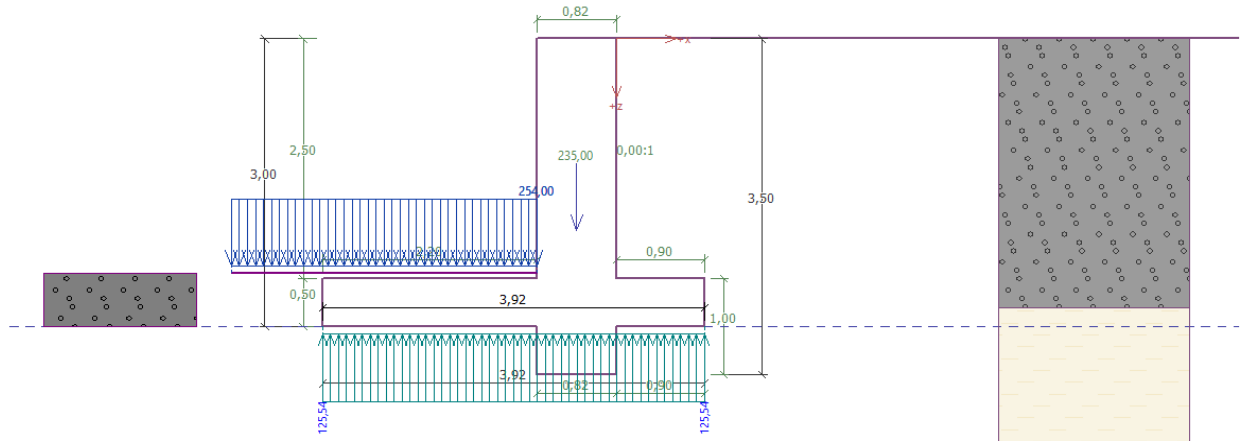


$R_d$	=	280,81 kPa	Dopušteno opterećenje tla
$\sigma$	=	89,16 kPa	Maksimalno kontaktno naprezanje

$\sigma$	=	77,45 kPa	maksimalno kontaktno naprezanje
$s$	=	20,7 mm	slijeganje
$k$	=	3740 kN/m <sup>3</sup>	koeficijent reakcije podloge



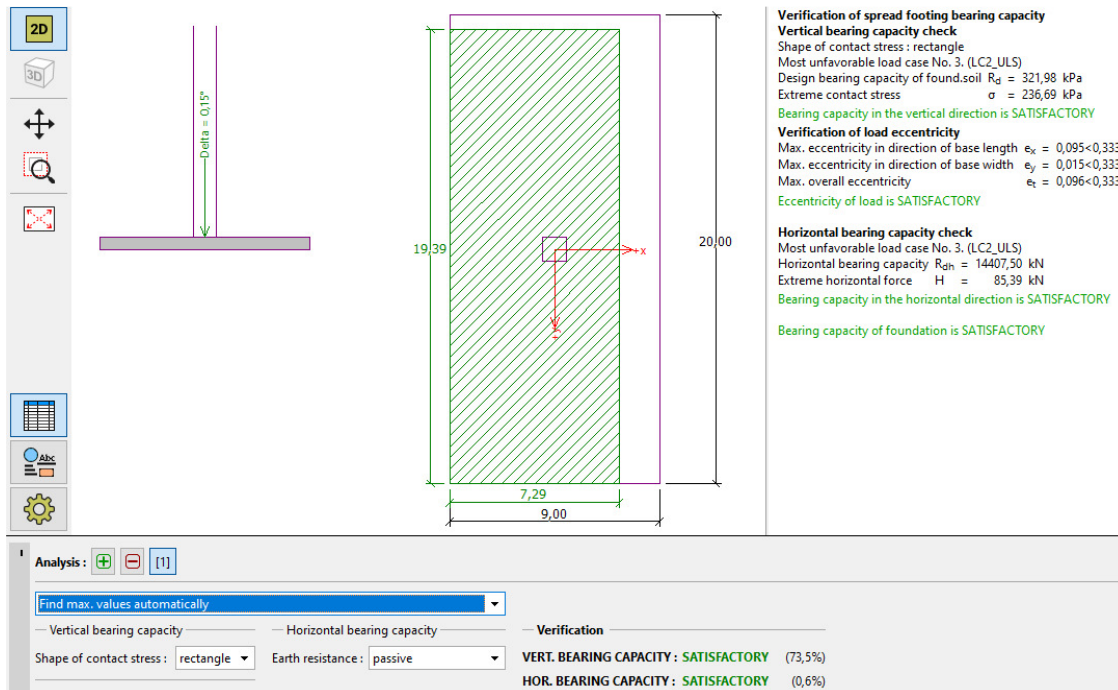
PRESJEK 2-2



$R_d$	=	312,79 kPa	Dopušteno opterećenje tla
$\sigma$	=	125,57 kPa	Maksimalno kontaktno naprezanje

$\sigma$	=	104,55 kPa	maksimalno kontaktno naprezanje
$s$	=	17,4 mm	slijeganje
$k$	=	6.000 kN/m <sup>3</sup>	koeficijent reakcije podloge

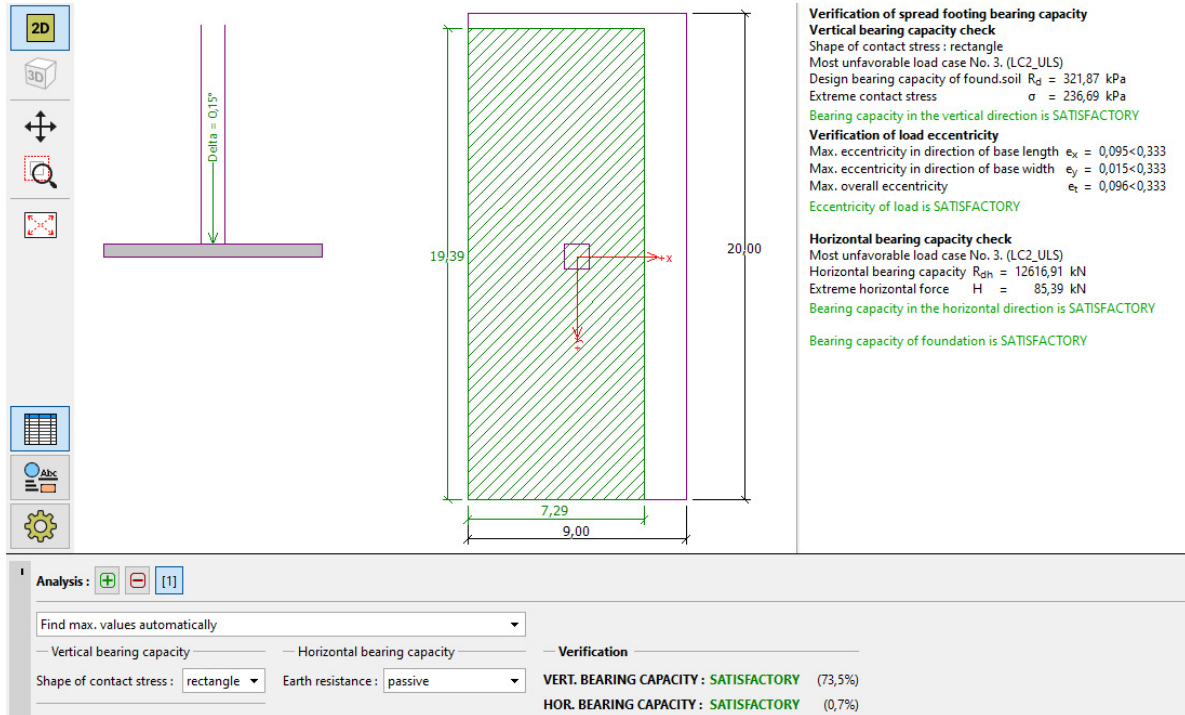
TEMELJNA PLOČA PRESJEK 1-1 – model 1



$R_d$	=	321,98 kPa	Dopušteno opterećenje tla
$\sigma$	=	236,69 kPa	Maksimalno kontaktno naprezanje

$\sigma$	=	175,32 kPa	maksimalno kontaktno naprezanje
s	=	68,1 mm	slijeganje
k	=	2.500 kN/m <sup>3</sup>	koeficijent reakcije podloge

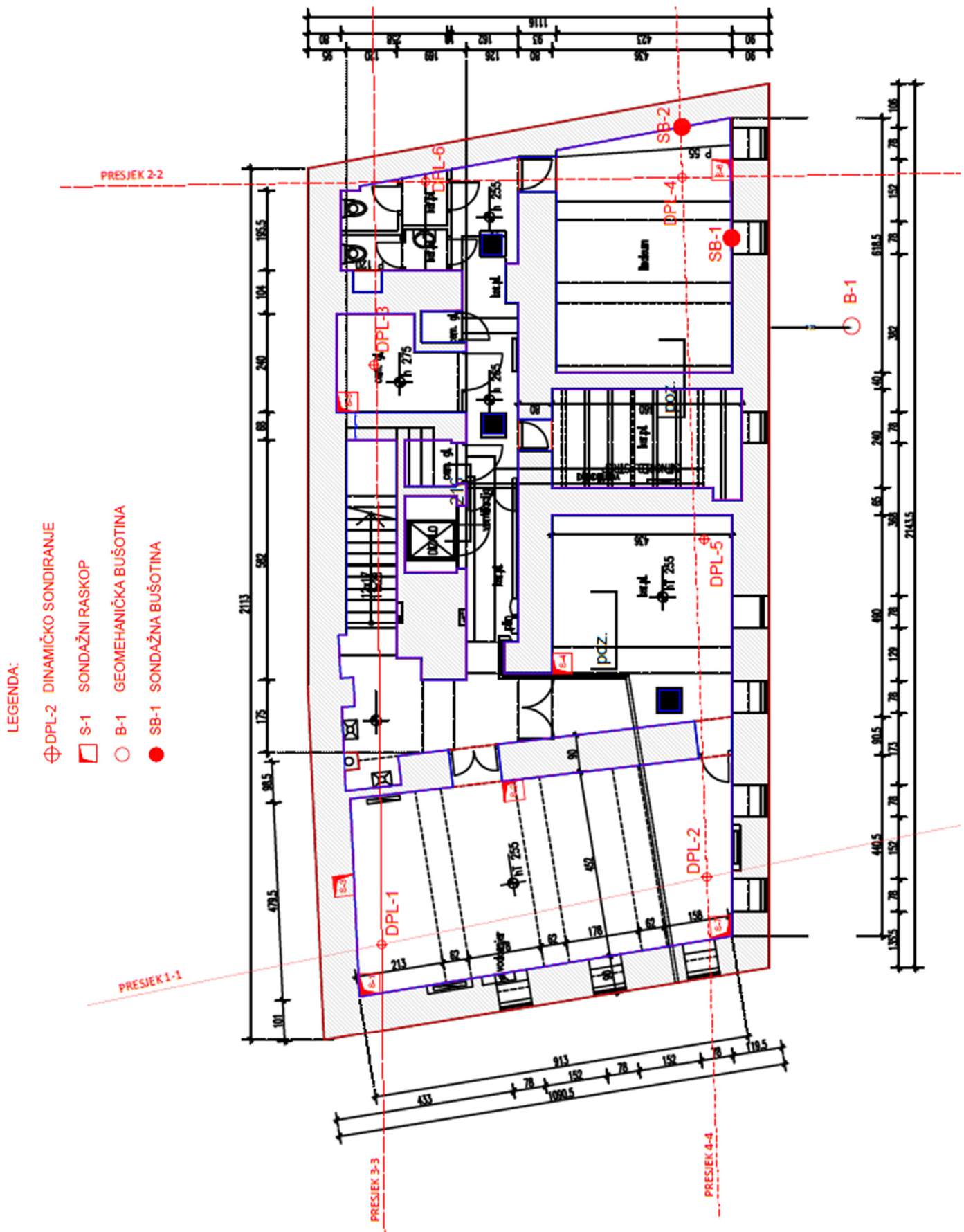
TEMELJNA PLOČA PRESJEK 2-2 – model 2

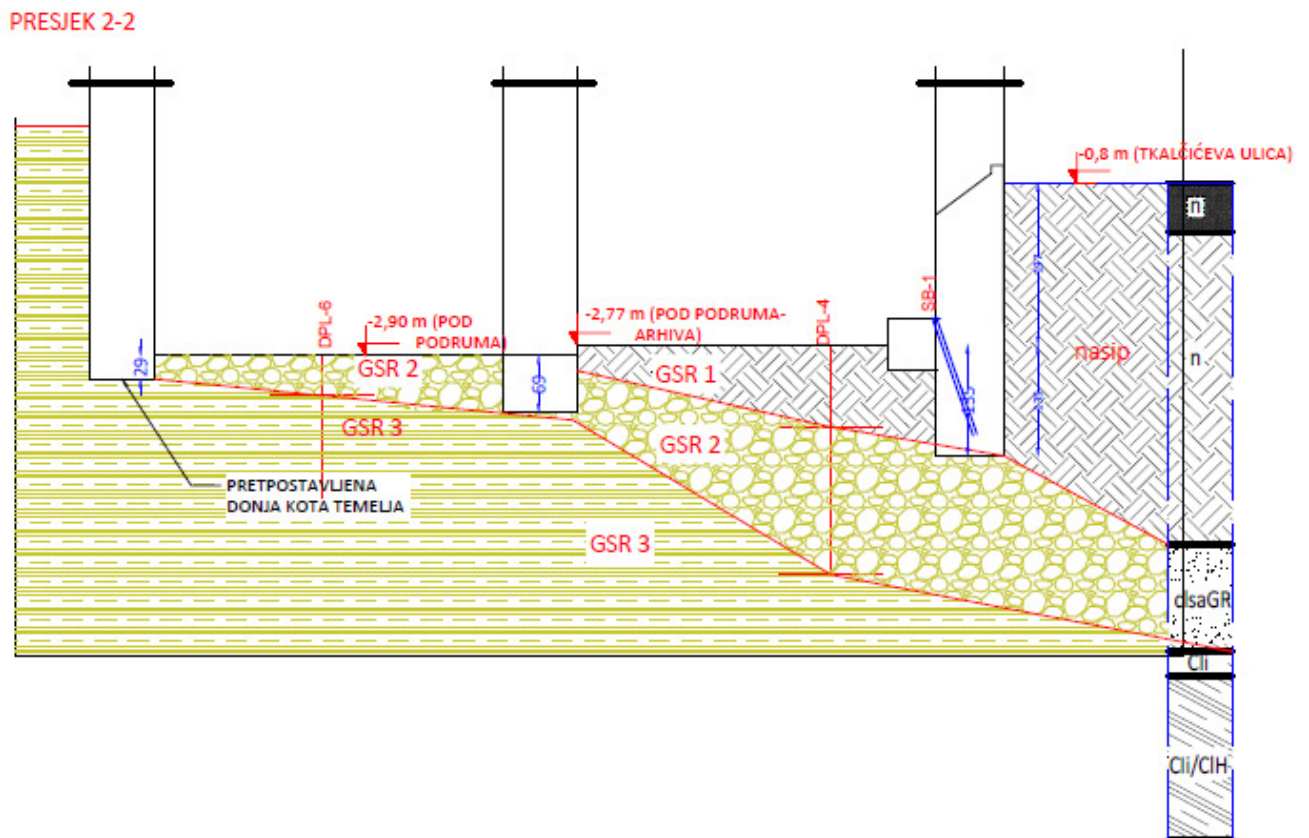
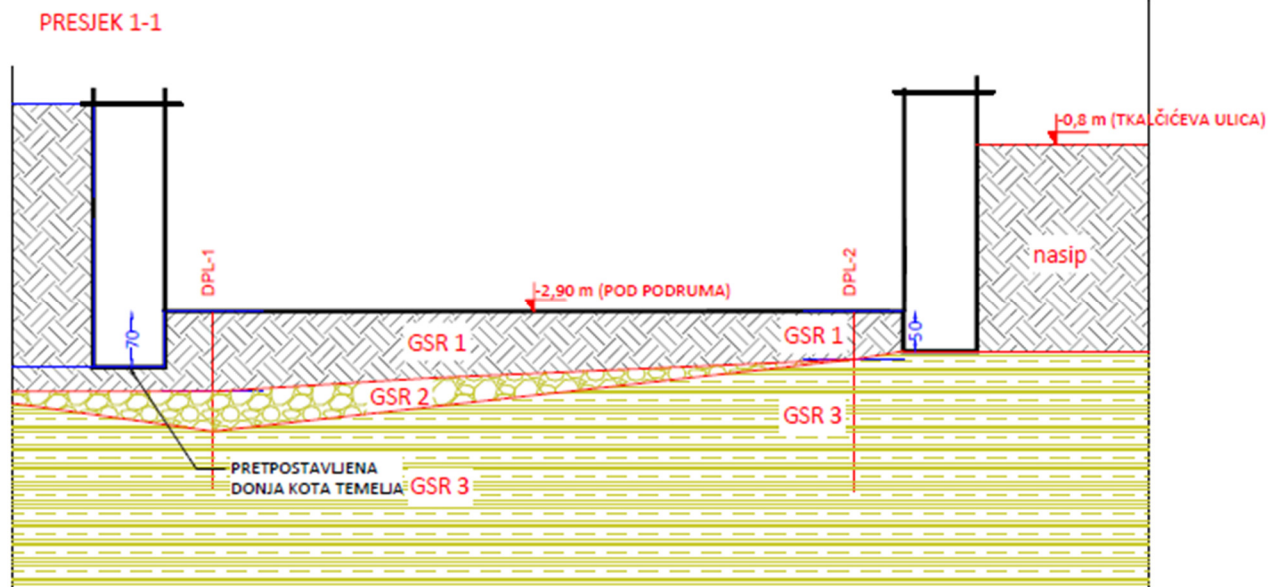


$R_d$	=	321,87	kPa	Dopušteno opterećenje tla
$\sigma$	=	236,69	kPa	Maksimalno kontaktno naprežanje

$\sigma$	=	175,32	kPa	maksimalno kontaktno naprežanje
s	=	49,3	mm	slijeganje
k	=	3.500	kN/m <sup>3</sup>	koeficijent reakcije podloge

### 3.8.2 Rezultati sondiranja tla





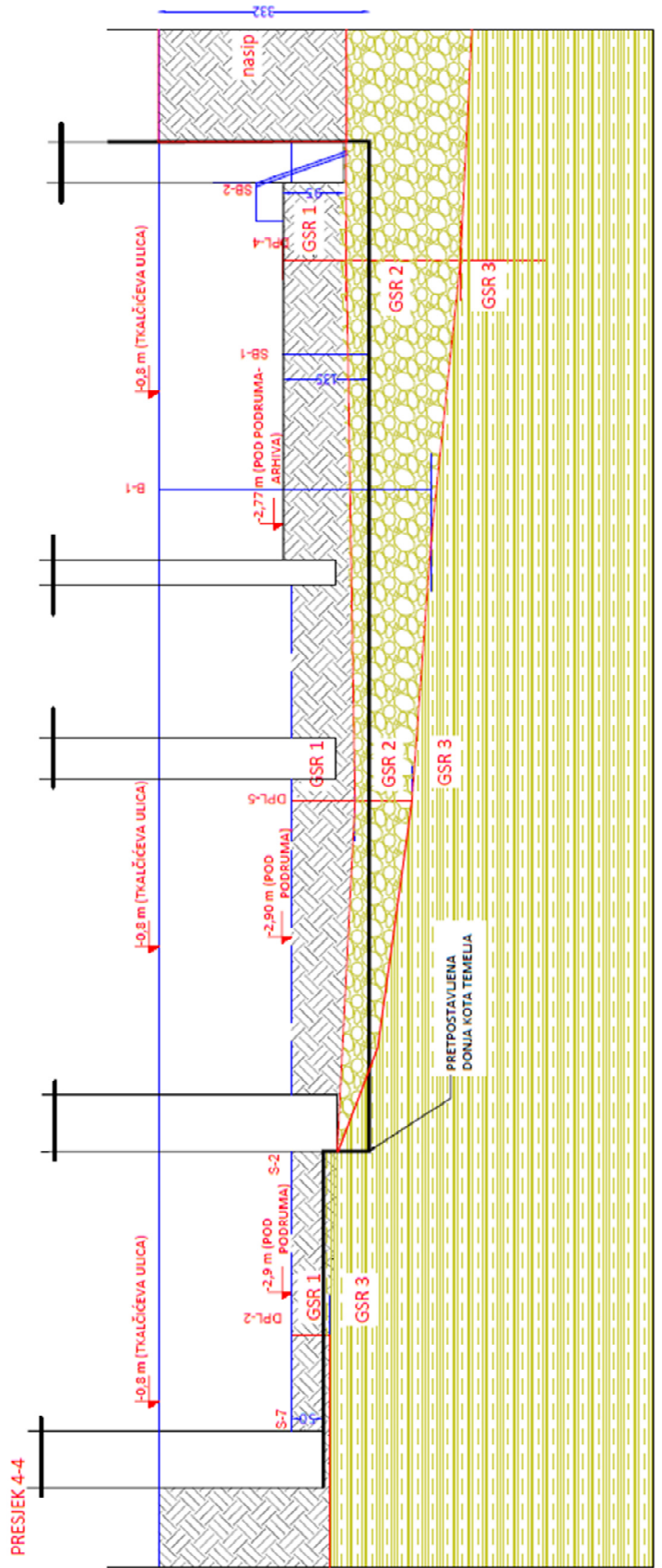
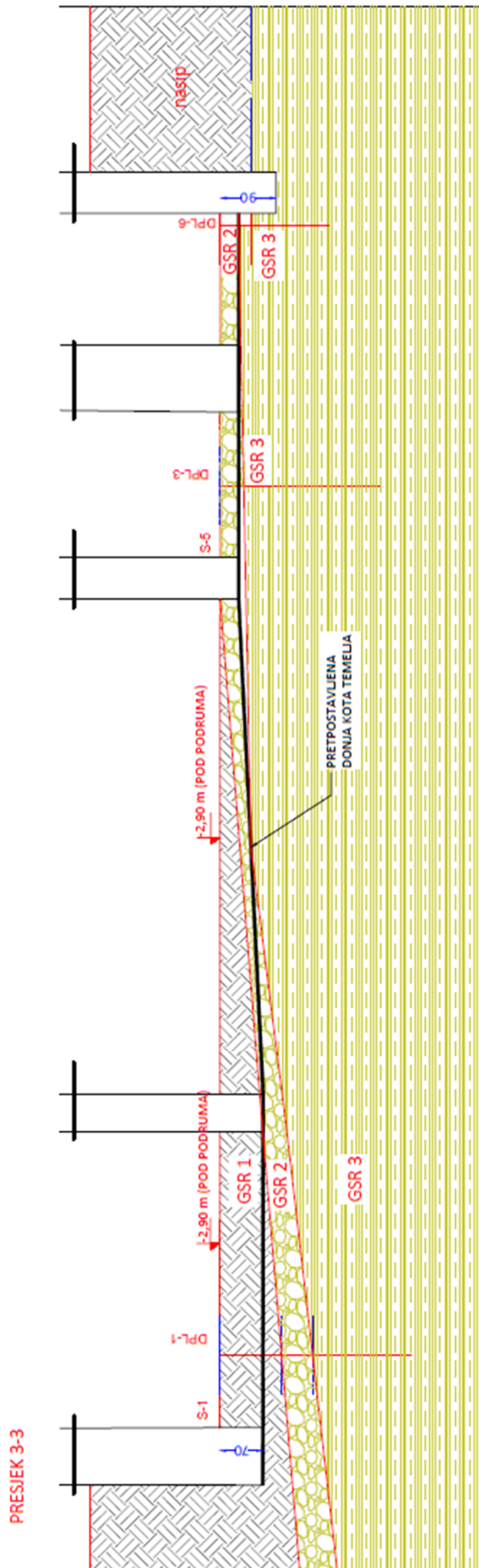
geotehnička sredina 1 - NASIP- Nasip od zaglinjenog šljunka, betona i cigle.



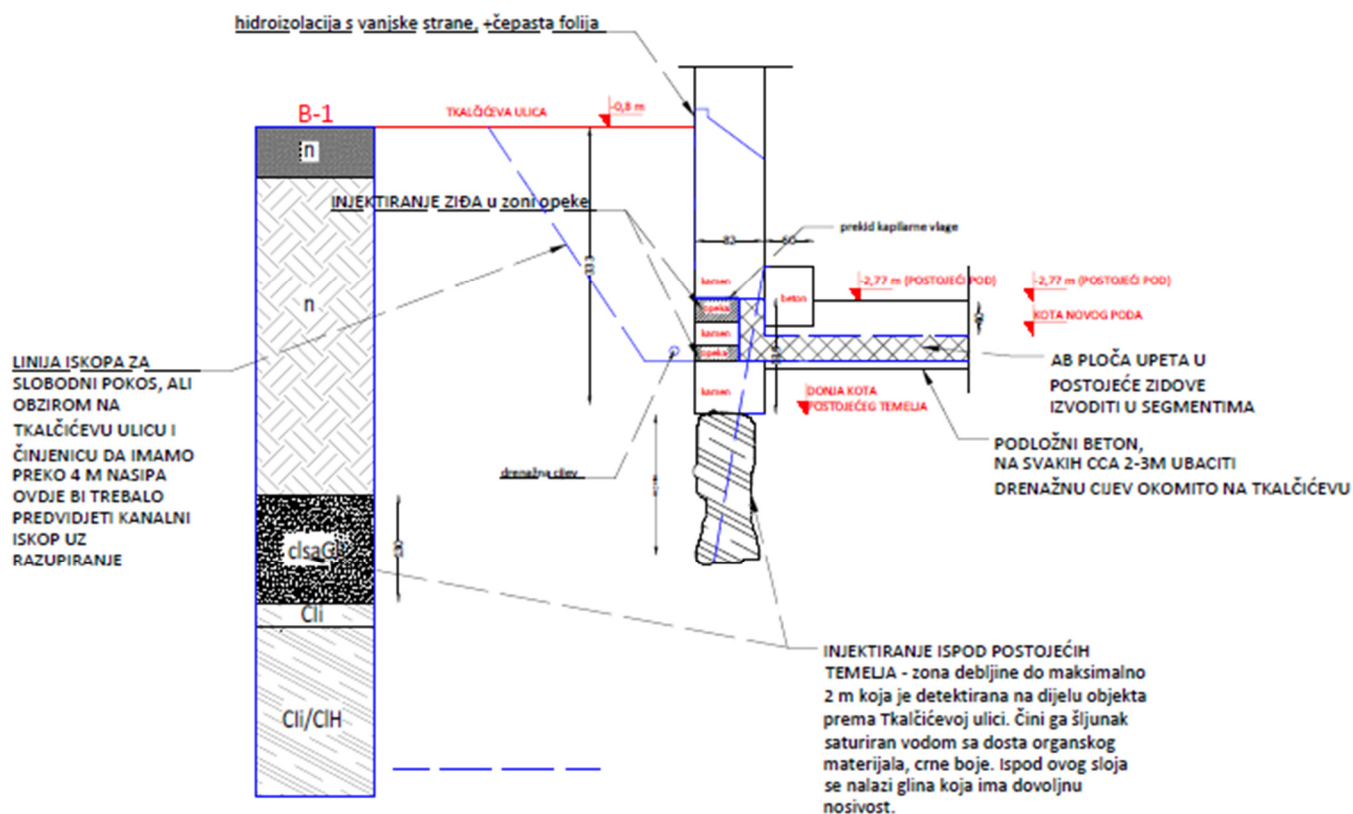
geotehnička sredina 2 - ŠLJUNAK- Sivi zaglinjeni šljunak s pijeskom i fragmentima kamena, te primjesama organskog materijala biljnog i životinjskog porijekla.



geotehnička sredina 3 - GLINA- Smeđe-siva glina Prahovite gline srednje do visoke plastičnosti, polutvrde konzistencije. Sivo smeđe boje s narančastim mrljama. Sadrže malo pijeska, proslojke praha i FeMn konkrecije.



### 3.8.3 Idejno rješenje sanacije tla



Investitor: **DRŽAVNI URED ZA REVIZIJU**  
Tkalčićeva 19, Zagreb  
OIB: 55448281176

Građevina: **Poslovna zgrada**

Lokacija građevine: **Tkalčićeva 19, Zagreb**  
**k.č.br. 1660, k.o. Centar**

Naziv projekta : **PROJEKT OBNOVE ZGRADE ZA CJELOVITU OBNOVU ZGRADE**

Strukovna odrednica mape: **MAPA 1 - GRAĐEVINSKI PROJEKT - PROJEKT POJAČANJA  
KONSTRUKCIJE**

Naziv projektiranog dijela: **PROJEKT POJAČANJA KONSTRUKCIJE**

Broj projekta: **31/05-23**

Zajednička oznaka projekta.: **31/05-23-PCO**

## **IV. DOKAZ O ISPUNJAVANJU TEMELJNOG ZAHTJEVA MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI NAKON OBNOVE ZGRADE**



## 4.1 Proračun krovišta

### 4.1.1 Analiza opterećenja

#### A // Stalno opterećenje

HRN EN 1991-1-1:2012/NA:2012

A 1 / Pozicija

**600**

Opis pozicije

**K KOSI KROV – pokrov crijep**

Br.	Sloj	Zapreminska težina	Debljina sloja	Stalno opterećenje
		[kN/m <sup>3</sup> ]	[cm]	g <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
01 /	Biber crijep	20,0	3,0	0,60
02 /	Letve, kontra letve			0,04
03 /	PE folija	10,0	0,5	0,05
04 /	OSB ploče	6,8	2,2	0,15
05 /	Čelična nosiva konstrukcija/EPS			0,50
06 /	Gipskartonske ploče	8,0	1,25	0,10
07 /	Solarni paneli			0,30
Ukupno stalno opterećenje				<b>1,74</b>

U proračunskom modelu je usvojeno dodatno stalno površinsko opterećenje od 1,75kN/m<sup>2</sup>.

#### B // Uporabno opterećenje

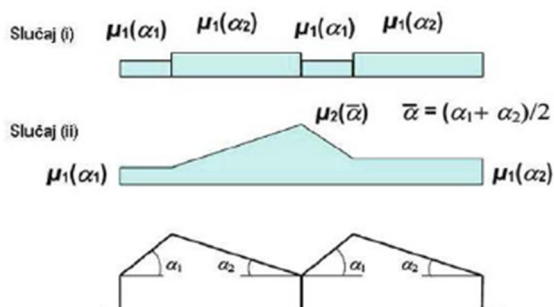
HRN EN 1991-1-1:2012/NA:2012

Namjena površine	Kategorija prema HRN EN 1992-1-1:2012/NA	Primjer	Uporabno opterećenje q <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
01 / Nedostupni krovovi	<b>H: α ≤ 20°</b>	Nedostupni krovovi, osim za redovito održavanje i popravak: nagib krova ≤ 20°	<b>0,60</b>
	<b>H: α ≥ 40°</b>	Nedostupni krovovi, osim za redovito održavanje i popravak: nagib krova ≥ 40°	<b>0,00</b>

Za nagibe između 20° i 40° uporabno opterećenje se određuje linearnom interpolacijom. Za krovšte nagiba 30° uporabno opterećenje iznosi 0,30 kN/m<sup>2</sup>.

## C // Djelovanje snijega

HRN EN 1991-1-3:2012/NA:2012



Tablica 1(HR) – Opterećenje snijegom za snježna područja i pripadajuće nadmorske visine

Nadmorska visina do [m]	1. područje – priobalje i otoci [kN/m <sup>2</sup> ]	2. područje – zaleđe Dalmacije, Primorja i Istre [kN/m <sup>2</sup> ]	3. područje – kontinentalna Hrvatska [kN/m <sup>2</sup> ]	4. područje – gorska Hrvatska [kN/m <sup>2</sup> ]
100	0,50	0,75	1,00	1,25
200	0,50	0,75	1,25	1,50
300	0,50	0,75	1,50	1,75
400	0,50	1,00	1,75	2,00
500	0,50	1,25	2,00	2,50
600	0,50	1,50	2,25	3,00
700	0,50	2,00	2,50	3,50
800	0,50	2,50	2,75	4,00
900	1,00	3,00	3,00	4,50
1 000	2,00	4,00	3,50	5,00
1 100	3,00	5,00	4,00	5,50
1 200	4,00	6,00	4,50	6,00
1 300	5,00	7,00		7,00
1 400	6,00	8,00		8,00
1 500		9,00		9,00
1 600		10,00		10,00
1 700		11,00		11,00
1 800		12,00		



### C.1 // Snijeg na krov nagiba 30°

Objekt se nalazi u Zagrebu na 135 m n.m. i spada u 3. snježnu zonu - Kontinentalna Hrvatska

Parametri:	3. područje	$s_k = 1,10 \text{ kN/m}^2$	$\mu_1 = 0,80$	$\mu_2 = 1,6$	$C_e = 1,00$	$C_t = 1,00$
------------	-------------	-----------------------------	----------------	---------------	--------------	--------------

Snijeg na krovu:  $s = s_k \times \mu \times C_e \times C_t$

$s_1 = 0,9 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

$s_2 = 1,8 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

## C.2 // Snijeg na krov nagiba 45°

Objekt se nalazi u Zagrebu na 135 m n.m. i spada u 3. snježnu zonu - Kontinentalna Hrvatska

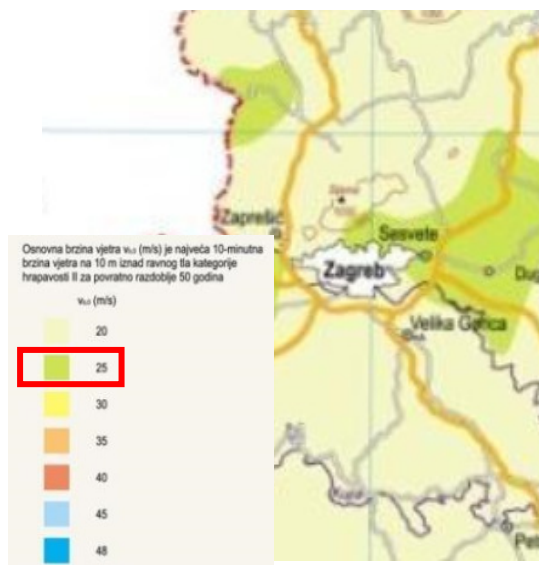
Parametri:	3. područje	$s_k = 1,10 \text{ kN/m}^2$	$\mu_1 = 0,40$	$C_e = 1,00$	$C_t = 1,00$
------------	-------------	-----------------------------	----------------	--------------	--------------

Snijeg na krovu:  $s = s_k \times \mu_1 \times C_e \times C_t$

**$s_1 = 0,45 \text{ [kN/m}^2\text{]}$**

## D // Djelovanje vjetra

HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012



Lokacija:

**Zagrebu**

Nadmorska visina:

**135** m.n.m.

Osnovna brzina vjetra

$V_{b,0} = 25$  m/s

Koeficijent smjera vjetra

$C_{dir} = 1,0$

Koeficijent godišnjeg doba

$C_{season} = 1,0$

Osnovna brzina vjetra

$V_b = C_{dir} \cdot V_{b,0} \cdot C_{season} = 25$  m/s

Osnovni pritisak brzine vjetra

$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 390,63$  N/m<sup>2</sup>

$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,391$  kN/m<sup>2</sup>

Gustoća zraka

$\rho = 1,25$  kg/m<sup>3</sup>

Visina

$h = 18,5$  m

Kategorija terena

**IV**

$Z_0 = 1,0$  m

$Z_{min} = 10$  m

Koeficijent hrapavosti

$k_r = 0,19 \cdot (Z_0 / Z_{0,II})^{0,07} = 0,23$

za:  $Z_{min} < Z < Z_{max}$ ;  $C_r(Z) = k_r \cdot \ln(Z/Z_0) = 0,687$

za:  $Z < Z_{min}$ ;  $C_r(Z) = k_r \cdot \ln(Z_{min}/Z_0) = /$

Koeficijent ortografije

$C_0 = 1,0$

Koeficijent turbulencije

$k_l = 1,0$

Intenzitet turbulencije

za:  $Z_{min} < Z < Z_{max}$ ;  $I_v(Z) = k_l / (C_0(Z) \cdot \ln(Z/Z_0)) = 0,341$

za:  $Z < Z_{min}$ ;  $I_v(Z) = k_l / (C_0(Z) \cdot \ln(Z_{min}/Z_0)) = /$

Srednja brzina vjetra

$v_m(Z) = C_r(Z) \cdot C_0(Z) \cdot v_b = 17,17$  m/s

Vršni pritisak vjetra

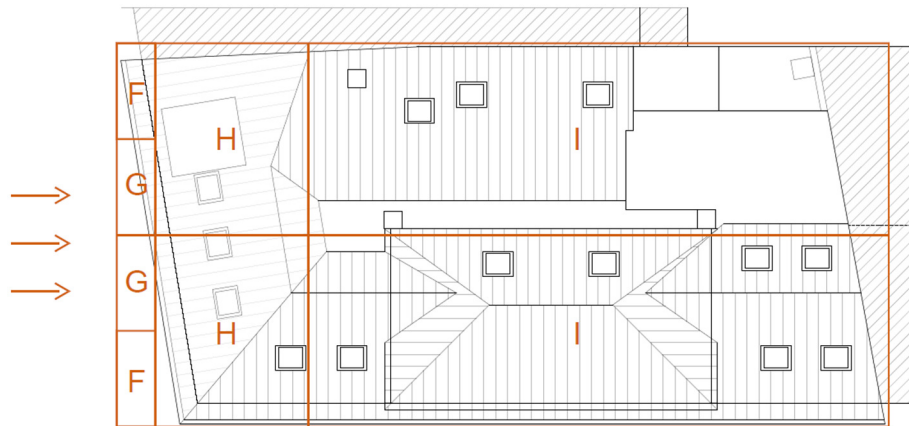
$q_p(Z) = [1 + 7 \cdot I_v(Z)] \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot v_m(Z)^2 = 624,07$  N/m<sup>2</sup>

$q_p(Z) = [1 + 7 \cdot I_v(Z)] \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot v_m(Z)^2 = 0,62$  kN/m<sup>2</sup>

Vršna brzina vjetra

$v(z) = (q_p \cdot 2 / \rho)^{0,5} = 31,60$  m/s

$$v(z) = (q_p \cdot 2 / \rho)^{0,5} = 113,75 \text{ km/h}$$

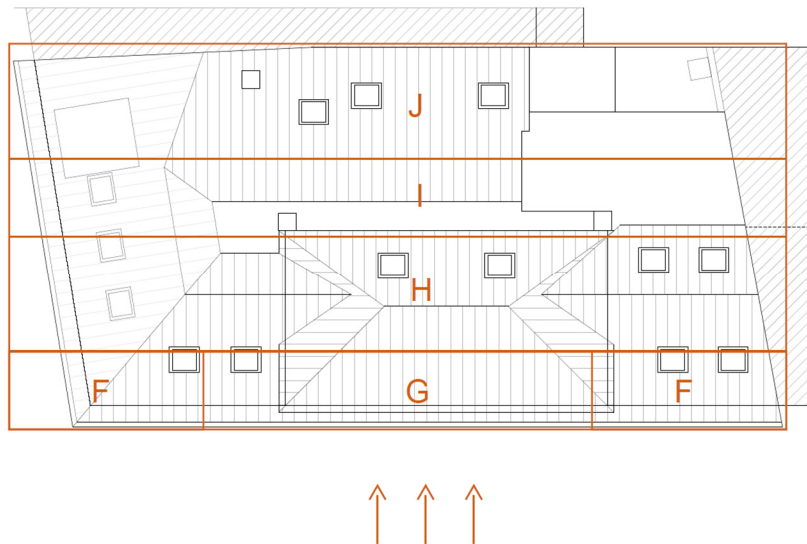


Vršni pritisak vjetra  $q_p(z_e) = 0,62 \text{ kN/m}^2$  Raster glavnih nosača  $e = 0,9 \text{ m}$

### 2/ Uzdužni vjetar\_W1\_0°

#### Dvostrešni krov broda crkve $\alpha=30^\circ$

	$C_{pe} (+)$	$C_{pe} (-)$	$C_{pi} (+)$	$C_{pi} (-)$	$W_e (+)$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$W_e (-)$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$W_i (+)$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$W_i (-)$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$W_{net} (+)$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$W_{net} (-)$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$W_{net} (+)$ [kN/m]	$W_{net} (-)$ [kN/m]	
Područje F:	$C_{pe,F}$	0	-2,1		0,00	-1,31			0,19	-1,44	0,17	-1,29	
Područje G:	$C_{pe,G}$	0	-2,0	0,2	-0,3	0,00	-1,25	0,12	-0,19	0,19	-1,37	0,17	-1,24
Područje H:	$C_{pe,H}$	0	-1,0		0,00	-0,62			0,19	-0,75	0,17	-0,67	
Područje I:	$C_{pe,I}$	0	-0,9		0,00	-0,56			0,19	-0,69	0,17	-0,62	



Vršni pritisak vjetra  $q_p(z_e) = 0,62 \text{ kN/m}^2$  Raster glavnih nosača  $e = 0,9 \text{ m}$

**1/ Poprečni vjetar\_W\_90°**

**Dvostrešni krov broda crkve  $\alpha=30^\circ$**

		$C_{pe (+)}$	$C_{pe (-)}$	$C_{pi (+)}$	$C_{pi (-)}$	$W_e (+)$	$W_e (-)$	$W_i (+)$	$W_i (-)$	$W_{net (+)}$	$W_{net (-)}$	$W_{net (+)}$	$W_{net (-)}$
						[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
Područje F:	$C_{pe,F}$	0	-2			0,00	-1,25			0,19	-1,37	0,17	-1,24
Područje G:	$C_{pe,G}$	0	-1,5			0,00	-0,94			0,19	-1,06	0,17	-0,95
Područje H:	$C_{pe,H}$	0	-0,9	0,2	-0,3	0,00	-0,56	0,12	-0,19	0,19	-0,69	0,17	-0,62
Područje I:	$C_{pe,I}$	0	-0,5			0,00	-0,31			0,19	-0,44	0,17	-0,39
Područje J:	$C_{pe,J}$	0	-0,7			0,00	-0,44			0,19	-0,56	0,17	-0,51

## 4.1.2 Proračun krovišta u prostornom modelu

Datoteka: Krovište\_3D model\_novo II.twp  
Datum proračuna: 16.5.2023

Način proračuna: 3D model

- Teorija I-og reda       Modalna analiza       Stabilnost  
 Teorija II-og reda       Seizmički proračun       Faze građenja  
 Nelinearni proračun

### Veličina modela

Broj čvorova: 4489  
Broj pločastih elemenata: 0  
Broj grečnih elemenata: 4521  
Broj graničnih elemenata: 289  
Broj osnovnih slučajeva opterećenja: 8  
Broj kombinacija opterećenja: 13

### Jedinice mjera

Dužina: m [cm,mm]  
Sila: kN  
Temperatura: Celsius

## Ulazni podaci - Konstrukcija

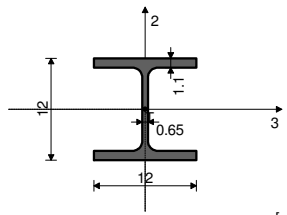
### Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m <sup>2</sup> ]	$\mu$	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\alpha$ [1/C]	Em[kN/m <sup>2</sup> ]	$\mu$ m
1	Čelik	2.100e+8	0.30	78.50	1.000e-5	2.100e+8	0.30
2	Drvo-Četinari-Lamelirani	1.100e+7	0.20	5.00	1.000e-5	1.100e+7	0.20
3	Drvo-Četinari-Masivno	1.000e+7	0.20	5.00	1.000e-5	1.000e+7	0.20

### Setovi greda

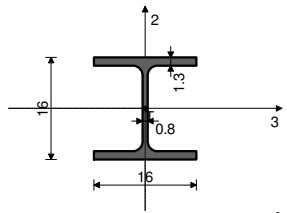
Set: 1 Presjek: IPB 120, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	3.400e-3	1.096e-3	2.304e-3	1.390e-7	3.180e-6	8.640e-6



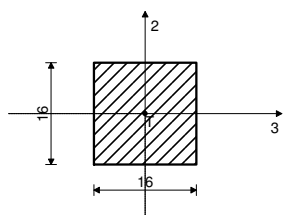
Set: 2 Presjek: IPB 160, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	5.430e-3	1.764e-3	3.666e-3	3.140e-7	8.890e-6	2.490e-5

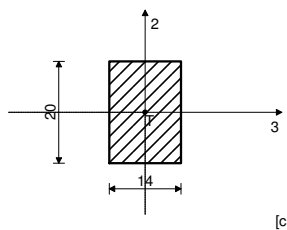


Set: 3 Presjek: b/d=16/16, Fiktivna ekscentričnost

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

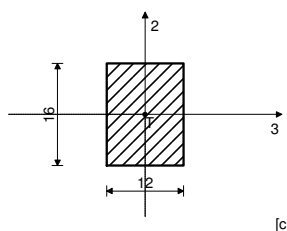


Set: 4 Presjek: b/d=14/20, Fiktivna ekscentričnost



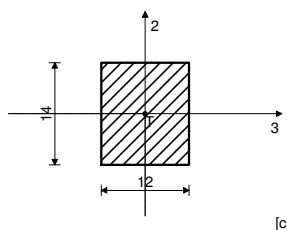
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Drvo-Četinari...	2.800e-2	2.333e-2	2.333e-2	1.039e-4	4.573e-5	9.333e-5

Set: 6 Presjek: b/d=12/16, Fiktivna ekscentričnost



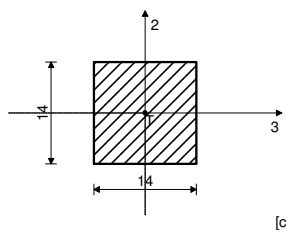
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Drvo-Četinari...	1.920e-2	1.600e-2	1.600e-2	4.976e-5	2.304e-5	4.096e-5

Set: 7 Presjek: b/d=12/14, Fiktivna ekscentričnost



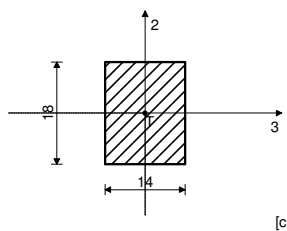
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Drvo-Četinari...	1.680e-2	1.400e-2	1.400e-2	3.905e-5	2.016e-5	2.744e-5

Set: 8 Presjek: b/d=14/14, Fiktivna ekscentričnost



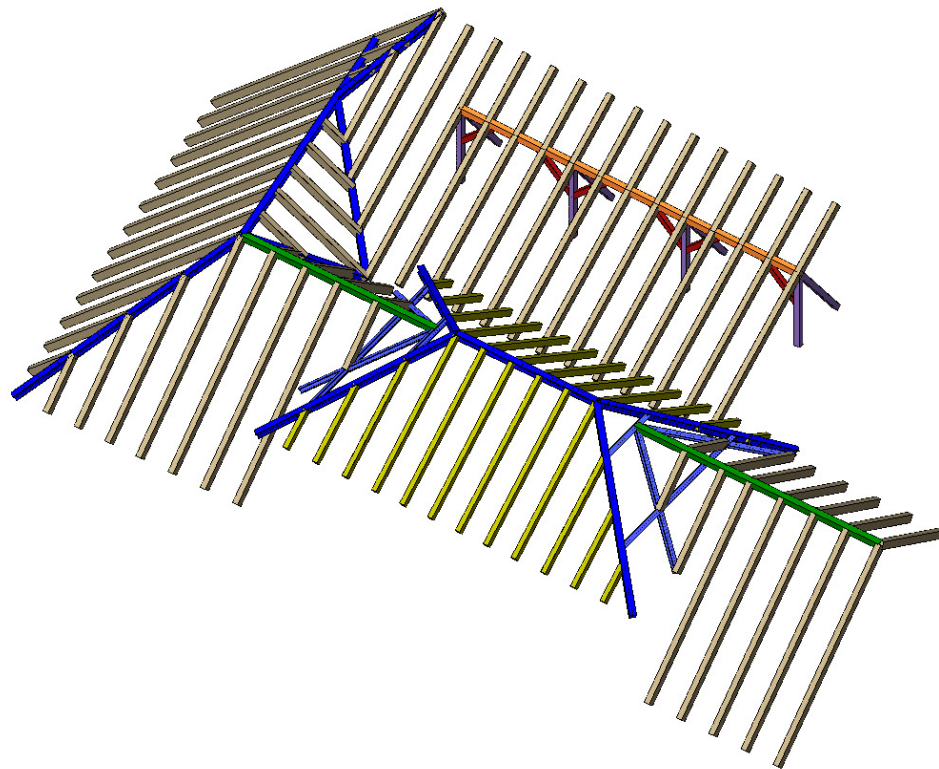
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Drvo-Četinari...	1.960e-2	1.633e-2	1.633e-2	5.410e-5	3.201e-5	3.201e-5

Set: 9 Presjek: b/d=14/18, Fiktivna ekscentričnost

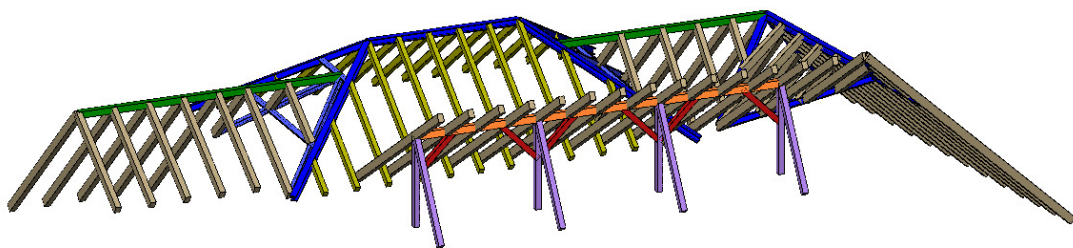


Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Drvo-Četinari...	2.520e-2	2.100e-2	2.100e-2	8.643e-5	4.116e-5	6.804e-5

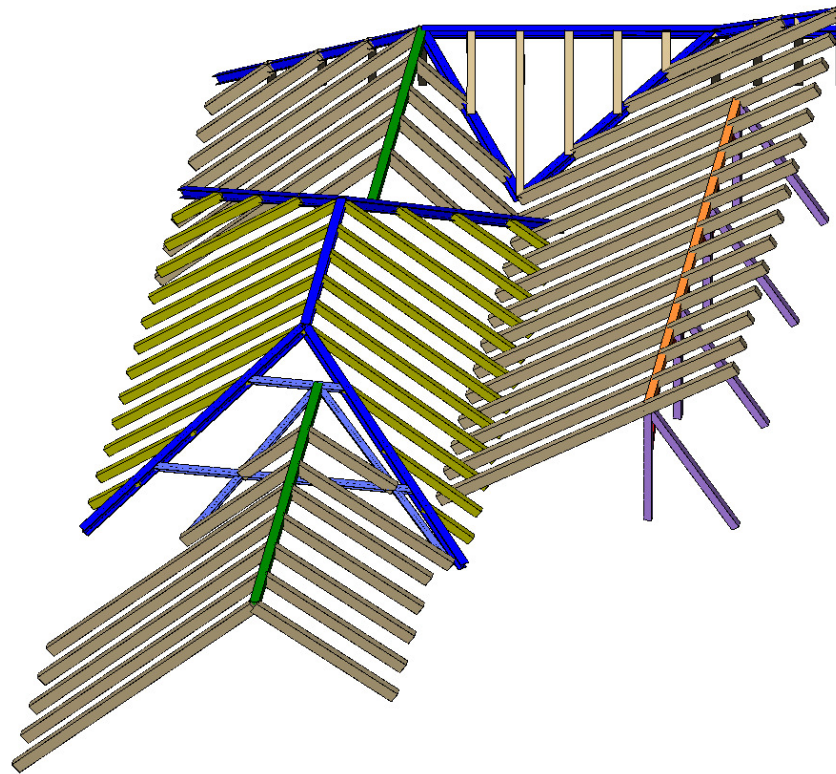
Greda	
1. IPB 120	Blue
2. IPB 160	Dark Blue
3. b/d=16/16	Green
4. b/d=14/20	Grey
6. b/d=12/16	Olive
7. b/d=12/14	Red
8. b/d=14/14	Purple
9. b/d=14/18	Orange



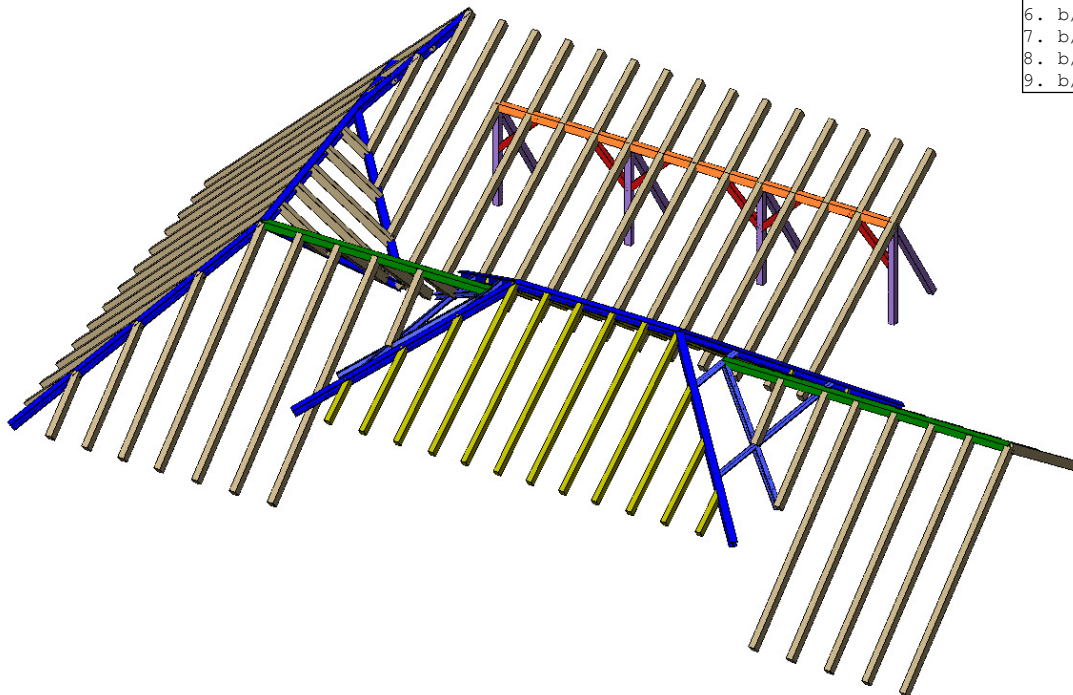
Greda	
1. IPB 120	Blue
2. IPB 160	Dark Blue
3. b/d=16/16	Green
4. b/d=14/20	Grey
6. b/d=12/16	Olive
7. b/d=12/14	Red
8. b/d=14/14	Purple
9. b/d=14/18	Orange







Greda	
1. IPB 120	Blue
2. IPB 160	Dark Blue
3. b/d=16/16	Green
4. b/d=14/20	Grey
6. b/d=12/16	Yellow-Green
7. b/d=12/14	Red
8. b/d=14/14	Purple
9. b/d=14/18	Orange



Greda	
1. IPB 120	Blue
2. IPB 160	Dark Blue
3. b/d=16/16	Green
4. b/d=14/20	Grey
6. b/d=12/16	Yellow-Green
7. b/d=12/14	Red
8. b/d=14/14	Purple
9. b/d=14/18	Orange

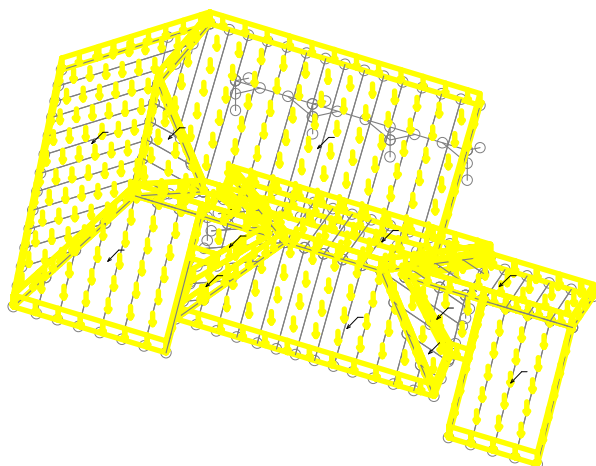
### Ulazni podaci - Opterećenje

#### Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv
1	Vlastita težina (g)
2	Dodatno stalno
3	Uporabno
4	Snijeg1
5	Snijeg2
6	Vjetar 0°cpi-
7	Vjetar 0°cpi+
8	Vjetar 90°cpi-
9	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.75xIV+0.9xVI
10	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.75xIV+0.9xVIII
11	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.75xV+0.9xVI
12	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.75xV+0.9xVIII
13	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.05xIII+1.5xIV+0.9xVI
14	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.05xIII+1.5xV+0.9xVI
15	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.05xIII+0.75xIV+1.5xVI
16	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.05xIII+0.75xV+1.5xVI
17	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.05xIII+1.5xIV+0.9xVIII
18	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.05xIII+1.5xV+0.9xVIII
19	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.05xIII+0.75xIV+1.5xVIII
20	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.05xIII+0.75xV+1.5xVIII
21	Komb.: I+II+1.5xVII

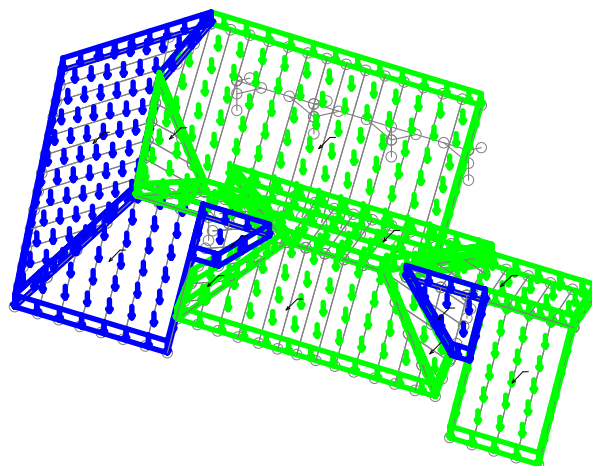
Opt. 2: Dodatno stalno

Površinsko opterećenje  
1.  $p = -1.75 \text{ kN/m}^2$



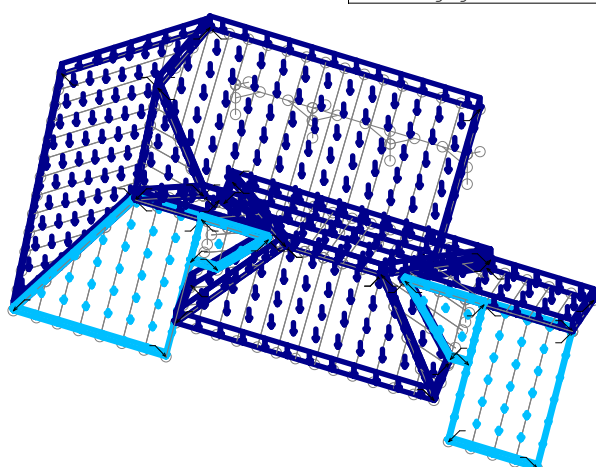
Opt. 3: Uporabno

Površinsko opterećenje  
2.  $p = -0.30 \text{ kN/m}^2$   
6.  $p = -0.30 \text{ kN/m}^2$



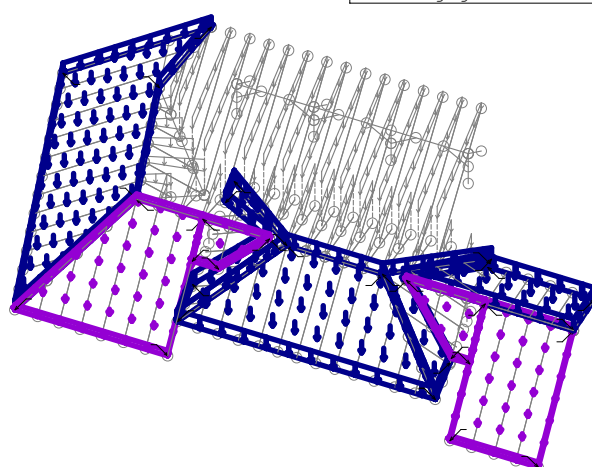
Setovi numeričkih podataka  
Površinsko opterećenje (1)  
Opt. 4: Snijeg1

Površinsko opterećenje  
9. Snijeg  $0.90 \text{ kN/m}^2$   
12. Snijeg  $0.45 \text{ kN/m}^2$



Setovi numeričkih podataka  
Površinsko opterećenje (2,6)  
Opt. 5: Snijeg2

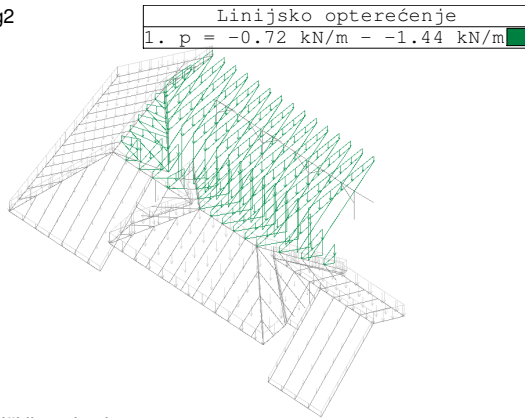
Površinsko opterećenje  
9. Snijeg  $0.90 \text{ kN/m}^2$   
11. Snijeg  $0.45 \text{ kN/m}^2$



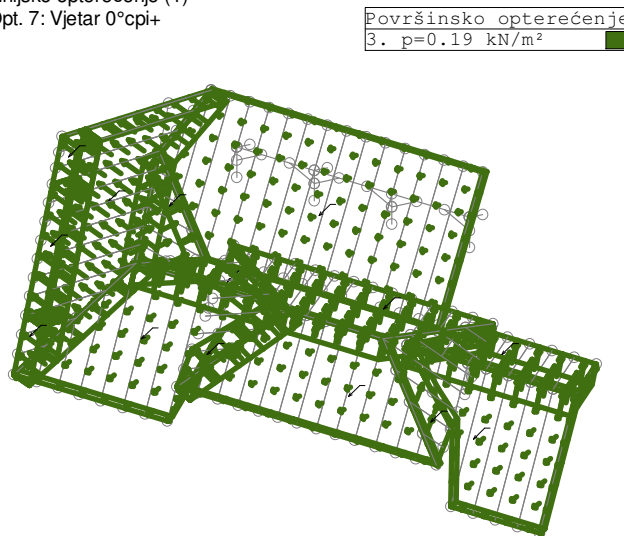
Setovi numeričkih podataka  
Površinsko opterećenje (9,12)

Setovi numeričkih podataka  
Površinsko opterećenje (9,11)

Opt. 5: Snijeg2

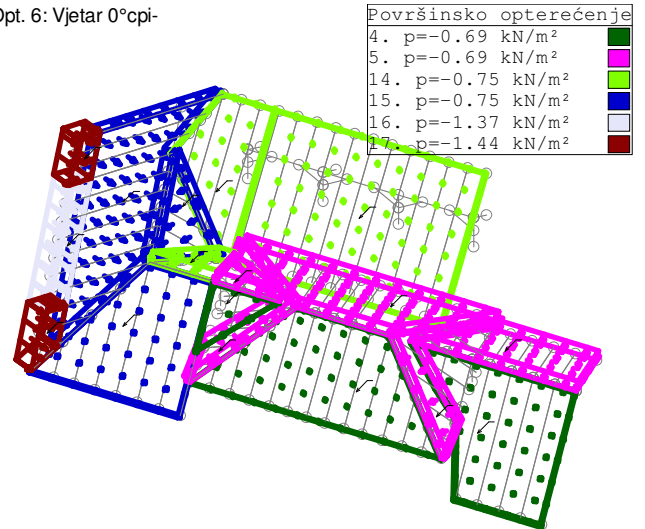


Setovi numeričkih podataka  
Linijsko opterećenje (1)  
Opt. 7: Vjetar 0°cpi-

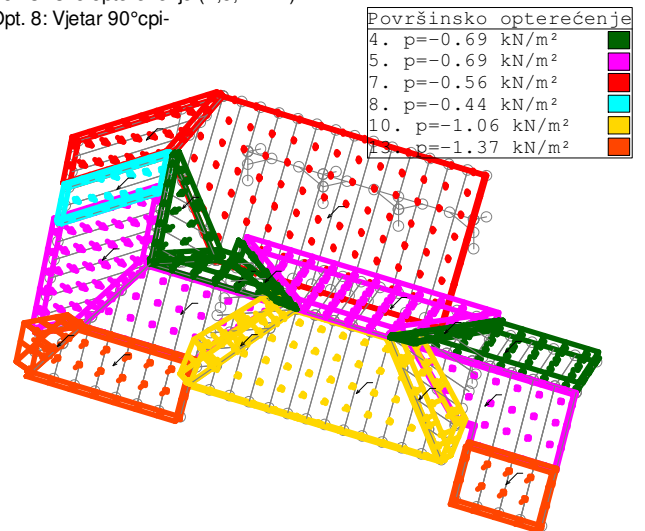


Setovi numeričkih podataka  
Površinsko opterećenje (3)

Opt. 6: Vjetar 0°cpi-

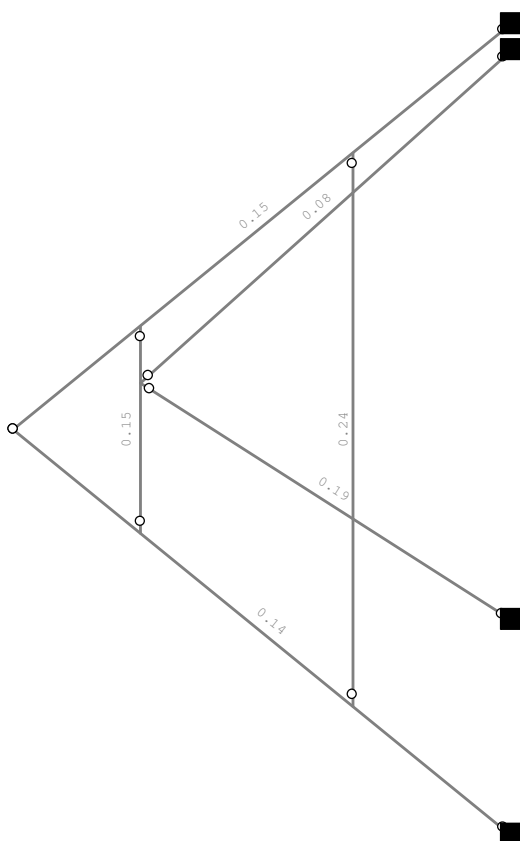


Setovi numeričkih podataka  
Površinsko opterećenje (4,5,14-17)  
Opt. 8: Vjetar 90°cpi-



Setovi numeričkih podataka  
Površinsko opterećenje (4,5,7,8,10,13)

### Dimenzioniranje (čelik)



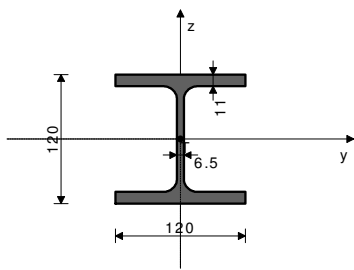
Pogled: 8

Kontrola stabilnosti

ŠTAP 3717-2613

POPREČNI PRESJEK: IPB 120 [S 235] [Set: 1]  
EUROCODE 3 (ENV)

#### GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



( $f_y = 23.5 \text{ kN/cm}^2$ ,  $f_u = 36.0 \text{ kN/cm}^2$ )

$A_x =$	34.000	cm <sup>2</sup>
$A_y =$	23.045	cm <sup>2</sup>
$A_z =$	10.955	cm <sup>2</sup>
$I_x =$	13.900	cm <sup>4</sup>
$I_y =$	864.00	cm <sup>4</sup>
$I_z =$	318.00	cm <sup>4</sup>
$W_y =$	144.00	cm <sup>3</sup>
$W_z =$	53.000	cm <sup>3</sup>
$W_{y,pl} =$	164.43	cm <sup>3</sup>
$W_{z,pl} =$	79.200	cm <sup>3</sup>
$\gamma_{M0} =$	1.100	
$\gamma_{M1} =$	1.100	
$\gamma_{M2} =$	1.250	
$A_{net}/A =$	0.900	

[mm]

Računski plastični moment	Mpl.Rd =	35.129	kNm
Računska otp.na lokalno izbočavanje	Mo.Rd =	30.764	kNm
Računski elastični momenat	Mel.Rd =	30.764	kNm
Računska otpornost na savijanje	Mc.Rd =	35.129	kNm

Uvjet 5.17:  $Msd_y \leq Mc.Rd_y$  (3.25  $\leq$  35.13)

5.4.5 Savijanje z-z			
Računski plastični moment	Mpl.Rd =	16.920	kNm
Računska otp.na lokalno izbočavanje	Mo.Rd =	11.323	kNm
Računski elastični momenat	Mel.Rd =	11.323	kNm
Računska otpornost na savijanje	Mc.Rd =	16.920	kNm

Uvjet 5.17:  $Msd_z \leq Mc.Rd_z$  (0.48  $\leq$  16.92)

5.4.6 Posmik			
Računska plast.otp.na posmik z-z	Vpl.Rd =	135.12	kN

Uvjet 5.20:  $Vsd_z \leq Vpl.Rd_z$  (0.11  $\leq$  135.12)

Računska plast.otp.na posmik y-y	Vpl.Rd =	284.24	kN
----------------------------------	----------	--------	----

Uvjet 5.20:  $Vsd_y \leq Vpl.Rd_y$  (1.45  $\leq$  284.24)

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila  
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti  
Uvjet:  $Vsd_z \leq 50\%Vpl.Rd_z$  i  $Vsd_y \leq 50\%Vpl.Rd_y$

5.4.8 Savijanje i centrična sila			
Omjer $Nsd / Npl.Rd$		0.027	
Omjer $Msd_y / Mpl.Rd_y$		0.092	
Omjer $Msd_z / Mpl.Rd_z$		0.028	

Uvjet 5.36: (0.15  $\leq$  1)

#### FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

18. $\gamma=0.24$	17. $\gamma=0.24$	19. $\gamma=0.24$
20. $\gamma=0.24$	14. $\gamma=0.23$	13. $\gamma=0.23$
15. $\gamma=0.22$	16. $\gamma=0.22$	12. $\gamma=0.22$
10. $\gamma=0.22$	11. $\gamma=0.21$	9. $\gamma=0.21$
21. $\gamma=0.10$		

#### ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU

(slučaj opterećenja 18, na 151.6 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	-19.935	kN
Poprečna sila u y pravcu	Vsd_y =	-1.448	kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z =	-0.115	kN
Momenat savijanja oko y osi	Msd_y =	3.247	kNm
Momenat savijanja oko z osi	Msd_z =	0.480	kNm
Sistemska dužina štapa	L =	447.83	cm

#### 5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.1.1 Otpornost na izvijanje			
Dužina izvijanja y-y	$i_y =$	447.83	cm
Polumjer inercije y-y	$i_y =$	5.041	cm
Vitkost y-y	$\lambda_y =$	88.837	
Relativna vitkost y-y	$\lambda_y =$	0.946	
Krivulja izvijanja za os y-y: B	$\alpha =$	0.340	
Redukcijski koeficijent	$\chi_y =$	0.632	
Koeficijent efektivnog presjeka	$\beta_A =$	1.000	
Računska otpornost na izvijanje	Nb.Rd_y =	458.71	kN

Uvjet 5.45:  $Nsd \leq Nb.Rd_y$  (19.94  $\leq$  458.71)

#### 5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

#### 5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

##### 5.4.4 Tlak

Plastična računski otpornost	Npl.Rd =	726.36	kN
Računska otpornost na tlak	Nc.Rd =	726.36	kN

Uvjet 5.16:  $Nsd \leq Nc.Rd$  (19.94  $\leq$  726.36)

##### 5.4.5 Savijanje y-y

Dužina izvijanja z-z	$i_z =$	447.83	cm
Polumjer inercije z-z	$i_z =$	3.058	cm
Vitkost z-z	$\lambda_z =$	146.43	
Relativna vitkost z-z	$\lambda_z =$	1.559	
Krivulja izvijanja za os z-z: C	$\alpha =$	0.490	
Redukcijski koeficijent	$\chi_z =$	0.296	
Koeficijent efektivnog presjeka	$\beta_A =$	1.000	
Računska otpornost na izvijanje	Nb.Rd_z =	215.02	kN

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd\_z (19.94 <= 215.02)**

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

Koeficijent	C1 = 1.132
Koeficijent	C2 = 0.459
Koeficijent	C3 = 0.525
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k = 1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw = 1.000
Koordinata	zg = 0.000 cm
Koordinata	zj = 0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L = 447.83 cm
Sektorski moment inercije	Iw = 9409.8 cm <sup>6</sup>
Krit.mom.za bočno torz.izvijanje	Mcr = 71.677 kNm
Koeficijent	βw = 1.000
Koeficijent imperf.	αLT = 0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λLT = 0.734
Koeficijent redukcije	χLT = 0.831
Računska otpornost na izvijanje	Mb.Rd = 29.195 kNm

**Uvjet 5.48: Msd\_y <= Mb.Rd (3.25 <= 29.19)**

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

Redukcijski koeficijent	χmin = 0.296
Nsd / ...	0.093
Koeficijent uniformnog momenta	βy = 1.261
Koeficijent	μy = -1.256
Koeficijent	ky = 1.050
ky * My / ...	0.097
Koeficijent uniformnog momenta	βz = 1.020
Koeficijent	μz = -2.562
Koeficijent	kz = 1.216
kz * Mz / ...	0.035

**Uvjet 5.51: (0.22 <= 1)**

Redukcijski koeficijent

Nsd/ ...	χ_z = 0.296
Redukcijski koeficijent	0.093
Koef.unif.mom.za bočno torz.izv.	χLT = 0.831
Koeficijent	βM.LT = 1.261
Koeficijent	μLT = 0.145
Koeficijent	kLT = 0.988
kLT * My / ...	0.110
Koeficijent uniformnog momenta	βz = 1.020
Koeficijent	μz = -2.562
Koeficijent	kz = 1.216
kz * Mz / ...	0.035

**Uvjet 5.52: (0.24 <= 1)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM  
za posmik u ravni z-z

Širina lima	d = 9.800 cm
Debljina lima	tw = 0.650 cm
Nema poprečnih ukrčenja u sredini	
Koeficijent izbočavanja posmikom	kt = 5.340
Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom	
<b>Uvjet: d / tw &lt;= 69 ε (15.08 &lt;= 69.00)</b>	

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile

za posmik u ravni z-z	
Računski plastični moment nožica	Mf.Rd = 33.815 kNm
<b>Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni</b>	

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE

5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravni rebra	
Koeficijent (klasa nožice 1)	k = 0.300
Površina rebra	Aw = 7.800 cm <sup>2</sup>
Površina tlač. nožice	Afc = 13.200 cm <sup>2</sup>
Sprječena je mogućnost izvijanja nožice u ravni rebra	
<b>Uvjet 5.80: (15.08 &lt;= 206.08)</b>	

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK  
(slučaj opterećenja 13, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd = -20.211 kN
Poprečna sila u y pravcu	Vsd_y = 0.896 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z = 6.948 kN
Sistemska dužina štapa	L = 447.83 cm

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

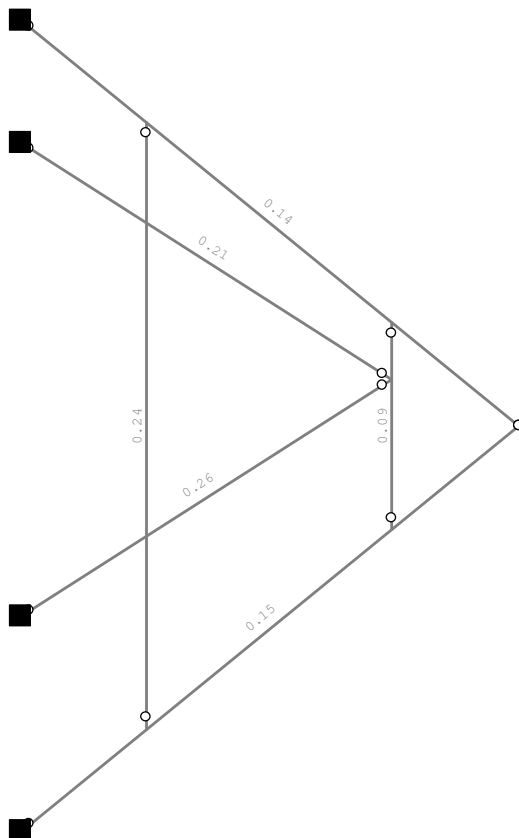
5.4.6 Posmik	
Računska plast.otp.na posmik z-z	Vpl.Rd = 135.12 kN
<b>Uvjet 5.20: Vsd_z &lt;= Vpl.Rd_z (6.95 &lt;= 135.12)</b>	

Računska plast.otp.na posmik y-y

<b>Uvjet 5.20: Vsd_y &lt;= Vpl.Rd_y (0.90 &lt;= 284.24)</b>	Vpl.Rd = 284.24 kN
---	--------------------

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z	
Širina lima	d = 9.800 cm
Debljina lima	tw = 0.650 cm
Nema poprečnih ukrčenja u sredini	
Koeficijent izbočavanja posmikom	kt = 5.340
Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom	
<b>Uvjet: d / tw &lt;= 69 ε (15.08 &lt;= 69.00)</b>	



Pogled: 9

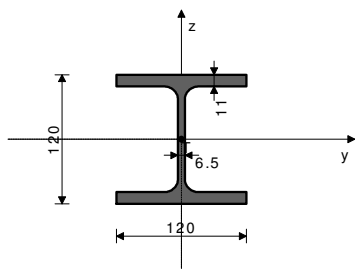
Kontrola stabilnosti

ŠTAP 719-1860

POPREČNI PRESJEK: IPB 120 [S 235] [Set: 1]

EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



( $f_y = 23.5 \text{ kN/cm}^2$ ,  $f_u = 36.0 \text{ kN/cm}^2$ )

Ax =	34.000	cm <sup>2</sup>
Ay =	23.045	cm <sup>2</sup>
Az =	10.955	cm <sup>2</sup>
Ix =	13.900	cm <sup>4</sup>
Iy =	864.00	cm <sup>4</sup>
Iz =	318.00	cm <sup>4</sup>
Wy =	144.00	cm <sup>3</sup>
Wz =	53.000	cm <sup>3</sup>
Wy,pl =	164.43	cm <sup>3</sup>
Wz,pl =	79.200	cm <sup>3</sup>
yM0 =	1.100	
yM1 =	1.100	
yM2 =	1.250	
Anet/A =	0.900	

Koeficijent efektivnog presjeka	$\beta_A =$	1.000
Računska otpornost na izvijanje	Nb.Rd_z =	300.80 kN
<b>Uvjet 5.45: Nsd &lt;= Nb.Rd_z (9.66 &lt;= 300.80)</b>		
5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda		
Koeficijent	C1 =	1.132
Koeficijent	C2 =	0.459
Koeficijent	C3 =	0.525
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	z_g =	0.000 cm
Koordinata	z_j =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	356.73 cm
Sektorski moment inercije	I_w =	9409.8 cm <sup>6</sup>
Krit.mom.za bočno torz.izvijanje	M_cr =	92.024 kNm
Koeficijent	$\beta_w =$	1.000
Koeficijent imperf.	$\alpha_{LT} =$	0.210
Bezdimezionalna vitkost	$\lambda_{LT} =$	0.648
Koeficijent redukcije	$\chi_{LT} =$	0.871
Računska otpornost na izvijanje	Mb.Rd =	30.592 kNm
<b>Uvjet 5.48: Msd_y &lt;= Mb.Rd (6.41 &lt;= 30.59)</b>		

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

19. $\gamma = 0.26$	20. $\gamma = 0.26$	17. $\gamma = 0.26$
18. $\gamma = 0.26$	13. $\gamma = 0.25$	14. $\gamma = 0.25$
15. $\gamma = 0.25$	16. $\gamma = 0.25$	10. $\gamma = 0.24$
12. $\gamma = 0.24$	11. $\gamma = 0.24$	9. $\gamma = 0.24$
21. $\gamma = 0.11$		

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU  
(slučaj opterećenja 19, na 235.7 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	-9.661 kN
Poprečna sila u y pravcu	Vsd_y =	0.061 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z =	4.481 kN
Momenat savijanja oko y osi	Msd_y =	6.406 kNm
Momenat savijanja oko z osi	Msd_z =	-0.305 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	356.73 cm

5.5.4 Savijanje i centrični tlak		
Redukcijski koeficijent	$\chi_{min} =$	0.414
Nsd / ...		0.032
Koeficijent uniformnog momenta	$\beta_y =$	1.256
Koeficijent	$\mu_y =$	-0.979
Koeficijent	ky =	1.016
ky * My / ...		0.185
Koeficijent uniformnog momenta	$\beta_z =$	1.060
Koeficijent	$\mu_z =$	-1.842
Koeficijent	kz =	1.054
kz * Mz / ...		0.019
<b>Uvjet 5.51: (0.24 &lt;= 1)</b>		
5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM		
Redukcijski koeficijent	$\chi_{z,z} =$	0.414
Nsd / ...		0.032
Redukcijski koeficijent	$\chi_{LT} =$	0.871
Koef.unif.mom.za bočno torz.izv.	$\beta_{M,LT} =$	1.256
Koeficijent	$\mu_{LT} =$	0.084
Koeficijent	kLT =	0.998
kLT * My / ...		0.209
Koeficijent uniformnog momenta	$\beta_z =$	1.060
Koeficijent	$\mu_z =$	-1.842
Koeficijent	kz =	1.054
kz * Mz / ...		0.019
<b>Uvjet 5.52: (0.26 &lt;= 1)</b>		

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA  
Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.4 Tlak		
Plastična računska otpornost	Npl.Rd =	726.36 kN
Računska otpornost na tlak	Nc.Rd =	726.36 kN
<b>Uvjet 5.16: Nsd &lt;= Nc.Rd (9.66 &lt;= 726.36)</b>		
5.4.5 Savijanje y-y		
Računski plastični moment	Mpl.Rd =	35.129 kNm
Računska otp.na lokalno izbočavanje	Mo.Rd =	30.764 kNm
Računski elastični momenat	Mel.Rd =	30.764 kNm
Računska otpornost na savijanje	Mc.Rd =	35.129 kNm
<b>Uvjet 5.17: Msd_y &lt;= Mc.Rd_y (6.41 &lt;= 35.13)</b>		
5.4.5 Savijanje z-z		
Računski plastični moment	Mpl.Rd =	16.920 kNm
Računska otp.na lokalno izbočavanje	Mo.Rd =	11.323 kNm
Računski elastični momenat	Mel.Rd =	11.323 kNm
Računska otpornost na savijanje	Mc.Rd =	16.920 kNm
<b>Uvjet 5.17: Msd_z &lt;= Mc.Rd_z (0.31 &lt;= 16.92)</b>		

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM		
za posmik u ravni z-z		
Širina lima	d =	9.800 cm
Debljina lima	tw =	0.650 cm
Nema poprečnih ukrčenja u sredini		
Koeficijent izbočavanja posmikom	kt =	5.340
Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom		
<b>Uvjet: d / tw &lt;= 69 ε (15.08 &lt;= 69.00)</b>		
5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile		
za posmik u ravni z-z		
Računski plastični moment nožica	Mf.Rd =	33.834 kNm
<b>Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni</b>		
5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE		
5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravni rebra		
Koeficijent (klasa nožice 1)	k =	0.300
Površina rebra	Aw =	7.800 cm <sup>2</sup>
Površina tlač. nožice	Afc =	13.200 cm <sup>2</sup>
Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravni rebra		
<b>Uvjet 5.80: (15.08 &lt;= 206.08)</b>		

5.4.6 Posmik		
Računska plast.otp.na posmik z-z	Vpl.Rd =	135.12 kN
<b>Uvjet 5.20: Vsd_z &lt;= Vpl.Rd_z (4.48 &lt;= 135.12)</b>		
Računska plast.otp.na posmik y-y	Vpl.Rd =	284.24 kN
<b>Uvjet 5.20: Vsd_y &lt;= Vpl.Rd_y (0.06 &lt;= 284.24)</b>		

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila  
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti  
Uvjet:  $Vsd_z <= 50\%Vpl.Rd_z$  i  $Vsd_y <= 50\%Vpl.Rd_y$

5.4.8 Savijanje i centrična sila		
Omjer Nsd / Npl.Rd		0.013
Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y		0.182
Omjer Msd_z / Mpl.Rd_z		0.018
<b>Uvjet 5.36: (0.21 &lt;= 1)</b>		

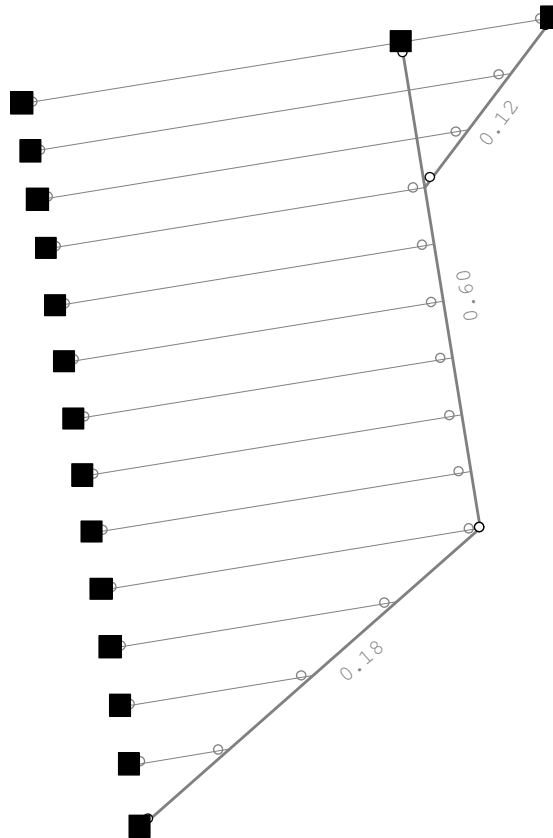
5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.1.1 Otpornost na izvijanje		
Dužina izvijanja y-y	I_y =	356.73 cm
Polumjer inercije y-y	i_y =	5.041 cm
Vitkost y-y	$\lambda_y =$	70.765
Relativna vitkost y-y	$\lambda_{rel,y} =$	0.754
Krivulja izvijanja za os y-y: B	$\alpha =$	0.340
Redukcijski koeficijent	$\chi_y =$	0.753
Koeficijent efektivnog presjeka	$\beta_A =$	1.000
Računska otpornost na izvijanje	Nb.Rd_y =	546.65 kN
<b>Uvjet 5.45: Nsd &lt;= Nb.Rd_y (9.66 &lt;= 546.65)</b>		
Dužina izvijanja z-z	I_z =	356.73 cm
Polumjer inercije z-z	i_z =	3.058 cm
Vitkost z-z	$\lambda_z =$	116.64
Relativna vitkost z-z	$\lambda_{rel,z} =$	1.242
Krivulja izvijanja za os z-z: C	$\alpha =$	0.490
Redukcijski koeficijent	$\chi_{z,z} =$	0.414

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK  
(slučaj opterećenja 19, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	-10.644 kN
Poprečna sila u y pravcu	Vsd_y =	-0.566 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z =	6.110 kN
Sistemska dužina štapa	L =	356.73 cm

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA		
5.4.6 Posmik		
Računska plast.otp.na posmik z-z	Vpl.Rd =	135.12 kN
<b>Uvjet 5.20: Vsd_z &lt;= Vpl.Rd_z (6.11 &lt;= 135.12)</b>		
Računska plast.otp.na posmik y-y	Vpl.Rd =	284.24 kN
<b>Uvjet 5.20: Vsd_y &lt;= Vpl.Rd_y (0.57 &lt;= 284.24)</b>		
5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM		
za posmik u ravni z-z		
Širina lima	d =	9.800 cm
Debljina lima	tw =	0.650 cm
Nema poprečnih ukrčenja u sredini		
Koeficijent izbočavanja posmikom	kt =	5.340
Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom		
<b>Uvjet: d / tw &lt;= 69 ε (15.08 &lt;= 69.00)</b>		



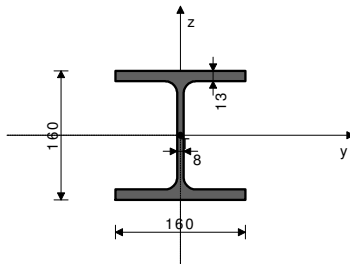
Pogled: 4

Kontrola stabilnosti

ŠTAP 815-1969

POPREČNI PRESJEK: IPB 160 [S 235] [Set: 2]  
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



( $f_y = 23.5 \text{ kN/cm}^2$ ,  $f_u = 36.0 \text{ kN/cm}^2$ )

$A_x =$	54.300	cm <sup>2</sup>
$A_y =$	36.660	cm <sup>2</sup>
$A_z =$	17.640	cm <sup>2</sup>
$I_x =$	31.400	cm <sup>4</sup>
$I_y =$	2490.0	cm <sup>4</sup>
$I_z =$	889.00	cm <sup>4</sup>
$W_y =$	311.25	cm <sup>3</sup>
$W_z =$	111.12	cm <sup>3</sup>
$W_{y,pl} =$	351.16	cm <sup>3</sup>
$W_{z,pl} =$	166.40	cm <sup>3</sup>
$\gamma_{M0} =$	1.100	
$\gamma_{M1} =$	1.100	
$\gamma_{M2} =$	1.250	
$A_{net}/A =$	0.900	

Računski plastični moment	Mpl.Rd =	75.020	kNm
Računska otp.na lokalno izbočavanje	Mo.Rd =	66.494	kNm
Računski elastični momenat	Mel.Rd =	66.494	kNm
Računska otpornost na savijanje	Mc.Rd =	75.020	kNm

Uvjet 5.17:  $Msd_y \leq Mc.Rd_y$  (15.68  $\leq$  75.02)

5.4.5 Savijanje z-z			
Računski plastični moment	Mpl.Rd =	35.549	kNm
Računska otp.na lokalno izbočavanje	Mo.Rd =	23.740	kNm
Računski elastični momenat	Mel.Rd =	23.740	kNm
Računska otpornost na savijanje	Mc.Rd =	35.549	kNm

Uvjet 5.17:  $Msd_z \leq Mc.Rd_z$  (9.08  $\leq$  35.55)

5.4.6 Posmik			
Računska plast.otp.na posmik z-z	Vpl.Rd =	132.22	kN

Računska plast.otp.na posmik y-y	Vpl.Rd =	440.87	kN
----------------------------------	----------	--------	----

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila  
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti  
Uvjet:  $Vsd_z \leq 50\%Vpl.Rd_z$  i  $Vsd_y \leq 50\%Vpl.Rd_y$

5.4.8 Savijanje i centrična sila			
Omjer $Nsd / Npl.Rd$		0.075	
Omjer $Msd_y / Mpl.Rd_y$		0.209	
Omjer $Msd_z / Mpl.Rd_z$		0.255	

Uvjet 5.36: (0.54  $\leq$  1)

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.1.1 Otpornost na izvijanje			
Dužina izvijanja y-y	$I_y =$	71.286	cm
Poluprijer inercije y-y	$i_y =$	6.772	cm
Vitkost y-y	$\lambda_y =$	10.527	
Relativna vitkost y-y	$\lambda_{y,rel} =$	0.104	
Krivulja izvijanja za os y-y: B	$\alpha =$	0.340	
Redukcijski koeficijent	$\chi_y =$	1.000	
Koeficijent efektivnog presjeka	$\beta_A =$	0.856	
Računska otpornost na izvijanje	$Nb.Rd_y =$	992.62	kN

Uvjet 5.45:  $Nsd \leq Nb.Rd_y$  (87.12  $\leq$  992.62)

Dužina izvijanja z-z	$I_z =$	71.286	cm
Poluprijer inercije z-z	$i_z =$	4.046	cm
Vitkost z-z	$\lambda_z =$	17.618	
Relativna vitkost z-z	$\lambda_{z,rel} =$	0.174	
Krivulja izvijanja za os z-z: C	$\alpha =$	0.490	
Redukcijski koeficijent	$\chi_z =$	1.000	
Koeficijent efektivnog presjeka	$\beta_A =$	0.856	
Računska otpornost na izvijanje	$Nb.Rd_z =$	992.62	kN

Uvjet 5.45:  $Nsd \leq Nb.Rd_z$  (87.12  $\leq$  992.62)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

14. $\gamma=0.60$	16. $\gamma=0.59$	18. $\gamma=0.57$
15. $\gamma=0.57$	13. $\gamma=0.57$	20. $\gamma=0.54$
11. $\gamma=0.54$	17. $\gamma=0.54$	19. $\gamma=0.53$
9. $\gamma=0.52$	12. $\gamma=0.51$	10. $\gamma=0.50$
21. $\gamma=0.20$		

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU

(slučaj opterećenja 14, na 212.9 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	-87.121	kN
Poprečna sila u y pravcu	Vsd_y =	15.314	kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z =	23.740	kN
Momenat savijanja oko y osi	Msd_y =	-15.682	kNm
Momenat savijanja oko z osi	Msd_z =	-9.082	kNm
Moment torzije	Mt =	-0.042	kNm
Sistemska dužina štapa	L =	712.86	cm

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA  
Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.4 Tlak

Plastična računska otpornost	Npl.Rd =	1160.0	kN
Računska otpornost na tlak	Nc.Rd =	1160.0	kN

Uvjet 5.16:  $Nsd \leq Nc.Rd$  (87.12  $\leq$  1160.05)

5.4.5 Savijanje y-y

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

Koeficijent	C1 =	1.132
Koeficijent	C2 =	0.459
Koeficijent	C3 =	0.525
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	712.86 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	47943 cm <sup>6</sup>
Krit.mom.za bočno torz.ivijanje	Mcr =	112.86 kNm
Koeficijent	βw =	1.000
Koeficijent imperf.	αLT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λLT =	0.856
Koeficijent redukcije	χLT =	0.762
Računska otpornost na izvijanje	Mb.Rd =	57.186 kNm
<b>Uvjet 5.48: Msd_y &lt;= Mb.Rd (15.68 &lt;= 57.19)</b>		

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

Redukcijski koeficijent	χmin =	1.000
Nsd / ...		0.075
Koeficijent uniformnog momenta	βy =	1.122
Koeficijent	μy =	-0.054
Koeficijent	ky =	1.004
ky * My / ...		0.210
Koeficijent uniformnog momenta	βz =	1.099
Koeficijent	μz =	0.185
Koeficijent	kz =	0.987
kz * Mz / ...		0.252
<b>Uvjet 5.51: (0.54 &lt;= 1)</b>		
Redukcijski koeficijent	χ_z =	1.000
Nsd/ ...		0.075
Redukcijski koeficijent	χLT =	0.762
Koef.unif.mom.za bočno torz.ivz.	βM.LT =	1.122
Koeficijent	μLT =	-0.121
Koeficijent	kLT =	1.008
kLT * My / ...		0.276
Koeficijent uniformnog momenta	βz =	1.099
Koeficijent	μz =	0.185
Koeficijent	kz =	0.987
kz * Mz / ...		0.252
<b>Uvjet 5.52: (0.60 &lt;= 1)</b>		

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravnini z-z		
Širina lima	d =	13.400 cm
Debljina lima	tw =	0.800 cm
Nema poprečnih ukrčenja u sredini		
Koeficijent izbočavanja posmikom	κT =	5.340
Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom		
<b>Uvjet: d / tw &lt;= 69 ε (16.75 &lt;= 69.00)</b>		

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile

za posmik u ravnini z-z		
Računski plastični moment nožica	Mf.Rd =	55.808 kNm
<b>Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni</b>		

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK

(slučaj opterećenja 14, na 212.9 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	8.586 kN
Poprečna sila u y pravcu	Vsd_y =	-16.245 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z =	-28.035 kN
Momenat savijanja oko y osi	Msd_y =	-15.715 kNm
Momenat savijanja oko z osi	Msd_z =	-9.060 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	712.86 cm

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.6 Posmik		
Računska plast.otp.na posmik z-z	Vpl.Rd =	132.22 kN
<b>Uvjet 5.20: Vsd_z &lt;= Vpl.Rd_z (28.03 &lt;= 132.22)</b>		

Računska plast.otp.na posmik y-y

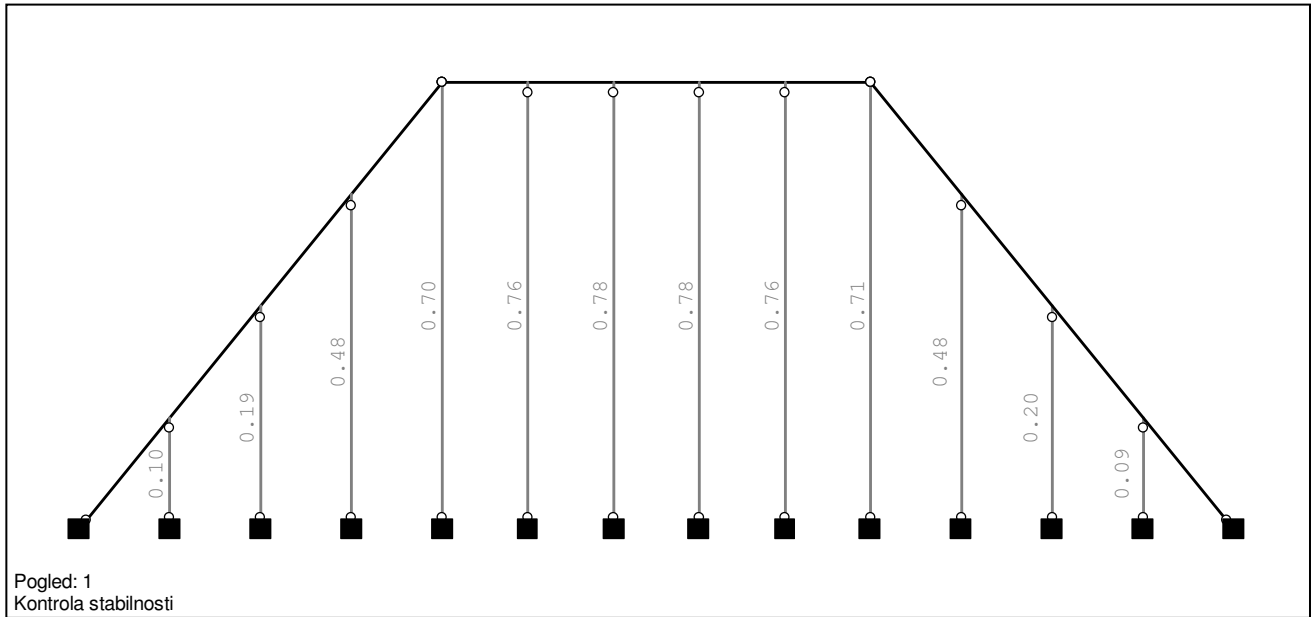
<b>Uvjet 5.20: Vsd_y &lt;= Vpl.Rd_y (16.24 &lt;= 440.87)</b>	Vpl.Rd =	440.87 kN
--	----------	-----------

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravnini z-z		
Širina lima	d =	13.400 cm
Debljina lima	tw =	0.800 cm
Nema poprečnih ukrčenja u sredini		
Koeficijent izbočavanja posmikom	κT =	5.340
Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom		
<b>Uvjet: d / tw &lt;= 69 ε (16.75 &lt;= 69.00)</b>		



**Dimenzioniranje (drvo)**



**ŠTAP 2426-1234**

Lijepljeno lamelirano drvo - GL24h  
u pravcu gornjeg ruba štapa  
Debljina lamele 2.00 cm  
Klasa uporabljivosti 2  
EUROCODE (EN 1995-1-1)

**TLAK I SAVIJANJE - VELIKA VITKOST**

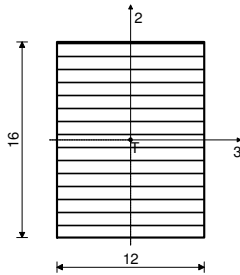
Početna imperfekcija  $\beta_c = 0.100$   
Korekcijski koeficijent  $k_3 = 1.544$   
Korekcijski koeficijent  $k_2 = 2.337$   
Korekcijski koeficijent  $kc_3 = 0.458$   
Korekcijski koeficijent  $kc_2 = 0.268$

$$(\sigma_{c,0,d} / (kc_2 \times fc_{0,d})) + km \times (\sigma_{m3,d} / fm_{0,d}) + \sigma_{m2,d} / fm_{0,d} \leq 1 \quad (0.632 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 63.2%

$$(\sigma_{c,0,d} / (kc_3 \times fc_{0,d})) + \sigma_{m3,d} / fm_{0,d} + km \times (\sigma_{m2,d} / fm_{0,d}) \leq 1 \quad (0.775 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 77.5%



[cm]

**KONTROLA POSMIČNIH NAPONA**  
(slučaj opterećenja 19, kraj štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2  $V_{2ed} = 6.534 \text{ kN}$

**KONTROLA NAPONA - POSMIK**

Vrsta opterećenja: osnovno - kratkotrajno  
Korekcijski koeficijent  $K_{mod} = 0.900$   
Parcijalni koef. za svojstva gradiva  $\gamma_m = 1.250$   
Karakteristični posmični napon  $f_{v,k} = 2.700 \text{ MPa}$   
Računska posmična čvrstoća  $f_{v,d} = 1.944 \text{ MPa}$   
Površina poprečnog presjeka  $A = 192.00 \text{ cm}^2$   
Stvarni posmični napon(os 2)  $\tau_{2,d} = 0.511 \text{ MPa}$

$$\tau_{2,d} \leq f_{v,d} \quad (0.511 \leq 1.944)$$

Iskorištenje presjeka je 26.3%

**FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA**

20. $\gamma = 0.78$	19. $\gamma = 0.77$	18. $\gamma = 0.75$
17. $\gamma = 0.75$	14. $\gamma = 0.69$	13. $\gamma = 0.69$
12. $\gamma = 0.68$	10. $\gamma = 0.68$	16. $\gamma = 0.67$
15. $\gamma = 0.67$	11. $\gamma = 0.62$	9. $\gamma = 0.62$
21. $\gamma = 0.23$		

**KONTROLA NORMALNIH NAPONA**

(slučaj opterećenja 20, na 202.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila $N_{ed} = -13.446 \text{ kN}$	<b>KNDOKAZ STABILNOSTI ELEMENTA</b>
Poprečna sila u pravcu osi 2 $V_{2ed} \approx 0.000 \text{ kN}$	(slučaj opterećenja 19, na 202.0 cm od početka štapa)
Moment savijanja oko osi 3 $M_{3ed} = -6.685 \text{ kNm}$	

**KONTROLA NAPONA - TLAK I SAVIJANJE**

Vrsta opterećenja: osnovno - kratkotrajno  
Korekcijski koeficijent  $K_{mod} = 0.900$   
Parcijalni koef. za svojstva gradiva  $\gamma_m = 1.250$   
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2  $Kh_{2,d} = 1.100$   
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3  $Kh_{3,d} = 1.100$

Faktor oblika (za pravokutni presjek)  $km = 0.700$   
Karakteristična tlačna čvrstoća  $fc_{0,k} = 24.000 \text{ MPa}$   
Računska tlačna čvrstoća  $fc_{0,d} = 17.280 \text{ MPa}$   
Karakteristična čvrstoća na savijanje  $f_{m,k} = 24.000 \text{ MPa}$   
Računska čvrstoća na savijanje  $f_{m,d} = 19.008 \text{ MPa}$   
Relativna vitkost  $\lambda_{rel,2} = 1.875$   
Relativna vitkost  $\lambda_{rel,3} = 1.406$   
Normalni tlačni napon  $\sigma_{c,0,d} = 0.700 \text{ MPa}$   
Moment otpora  $W_3 = 512.00 \text{ cm}^3$   
Normalni napon savijanja oko osi 3  $\sigma_{m3,d} = 13.057 \text{ MPa}$

$$\sigma_{m3,d} \leq f_{m,d} \quad (13.057 \leq 19.008)$$

Iskorištenje presjeka je 68.7%

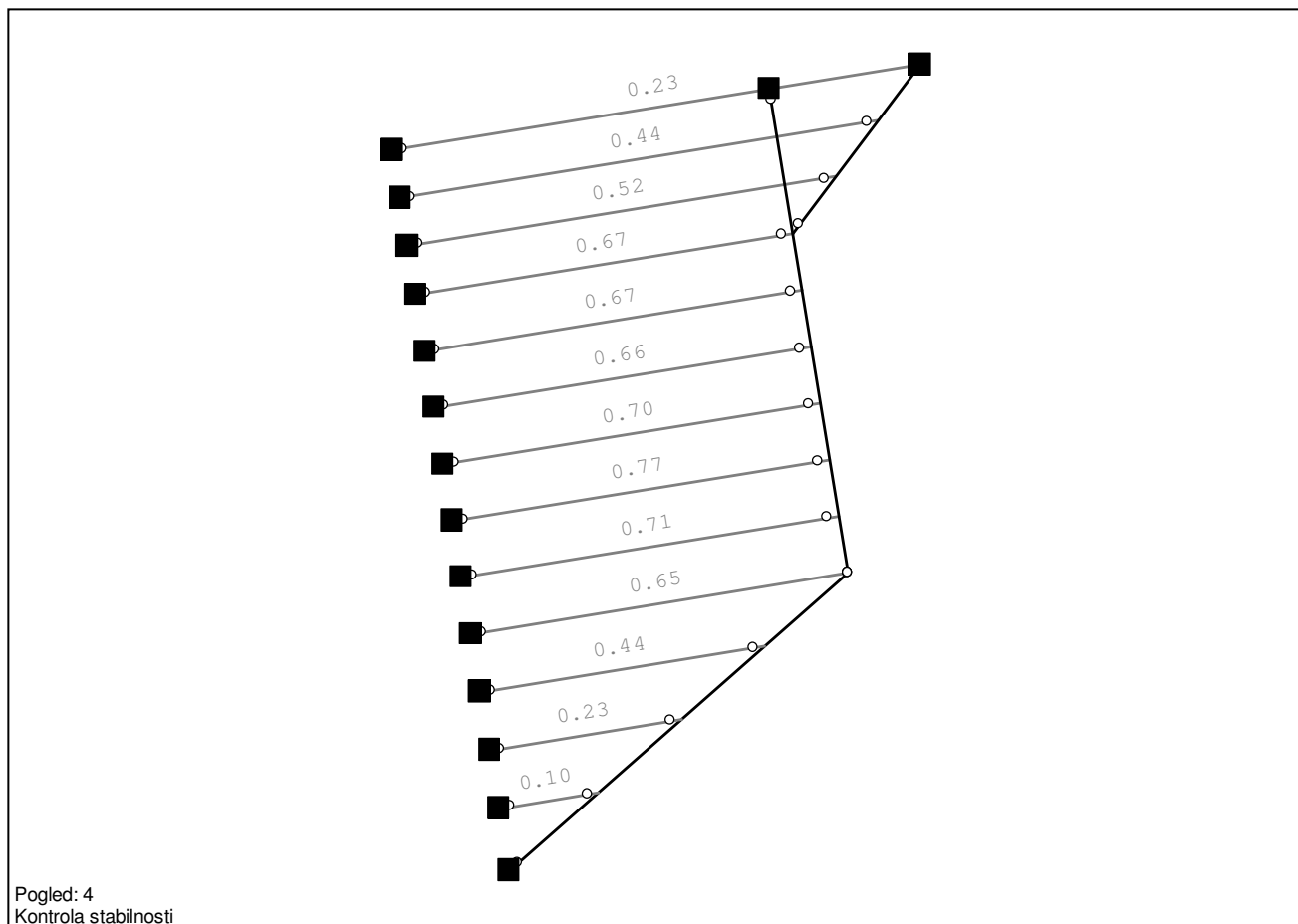
Računska uzdužna sila $N_{ed} = -13.033 \text{ kN}$
Poprečna sila u pravcu osi 2 $V_{2ed} \approx 0.000 \text{ kN}$
Moment savijanja oko osi 3 $M_{3ed} = -6.685 \text{ kNm}$

**DOKAZ BOČNE STABILNOSTI**

Vrsta opterećenja: osnovno - kratkotrajno  
Korekcijski koeficijent  $K_{mod} = 0.900$   
Parcijalni koef. za svojstva gradiva  $\gamma_m = 1.250$   
Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2  $l_{ef} = 403.90 \text{ cm}$   
 $E_{0.05} = 9400.0 \text{ MPa}$   
 $G_{0.05} = 480.00 \text{ MPa}$   
 $I_{tor} = 4948.2 \text{ cm}^4$   
 $I_2 = 2304.0 \text{ cm}^4$   
 $W_3 = 512.00 \text{ cm}^3$   
 $\sigma_{m,crit} = 108.96 \text{ MPa}$   
 $\lambda_{rel} = 0.469$   
 $k_{krit} = 1.000$   
 $\sigma_{m3,d} = 13.057 \text{ MPa}$

$$\sigma_{m3,d} \leq k_{krit} \times f_{m3,d} \quad (13.057 \leq 19.008)$$

Iskorištenje presjeka je 68.7%



Pogled: 4  
Kontrola stabilnosti

**ŠTAP 1037-137**  
Lijepljeno lamelirano drvo - GL24h  
u pravcu gornjeg ruba štapa  
Debljina lamele 2.00 cm  
Klasa uporabljivosti 2  
EUROCODE (EN 1995-1-1)

Relativna vitkost	$\lambda_{rel,2} = 2.214$
Relativna vitkost	$\lambda_{rel,3} = 1.550$
Normalni tlačni napon	$\sigma_{c,0,d} = 0.758 \text{ MPa}$
Moment otpora	$W_3 = 933.33 \text{ cm}^3$
Normalni napon savijanja oko osi 3	$\sigma_{m,3,d} = 12.429 \text{ MPa}$

$$\sigma_{m,3,d} \leq f_{m,d} (12.429 \leq 19.008)$$

Iskorištenje presjeka je 65.4%  
TLAK I SAVIJANJE - VELIKA VITKOST  
Početna imperfekcija  
Koeficijent  
Koeficijent  
Koeficijent  
Koeficijent

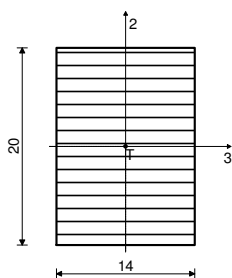
$\beta_c = 0.100$
$k_3 = 1.764$
$k_2 = 3.047$
$k_{c,3} = 0.384$
$k_{c,2} = 0.195$

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,2} \times f_{c,0,d})) + k_m \times (\sigma_{m,3,d} / f_{m,d}) + \sigma_{m,2,d} / f_{m,d} \leq 1 (0.683 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 68.3%

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,3} \times f_{c,0,d})) + \sigma_{m,3,d} / f_{m,d} + k_m \times (\sigma_{m,2,d} / f_{m,d}) \leq 1 (0.768 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 76.8%



[cm]

**FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA**

16. $\gamma = 0.77$	15. $\gamma = 0.76$	14. $\gamma = 0.76$
13. $\gamma = 0.75$	18. $\gamma = 0.74$	20. $\gamma = 0.73$
19. $\gamma = 0.73$	17. $\gamma = 0.73$	11. $\gamma = 0.69$
9. $\gamma = 0.69$	12. $\gamma = 0.68$	10. $\gamma = 0.67$
21. $\gamma = 0.25$		

**KONTROLA NORMALNIH NAPONA**  
(slučaj opterećenja 16, na 283.2 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	$N_{ed} = -21.216 \text{ kN}$
Poprečna sila u pravcu osi 2	$V_{2ed} \approx 0.000 \text{ kN}$
Moment savijanja oko osi 3	$M_{3ed} = -11.600 \text{ kNm}$

**KONTROLA POSMIČNIH NAPONA**  
(slučaj opterećenja 15, kraj štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2	$V_{2ed} = 8.936 \text{ kN}$
------------------------------	------------------------------

**KONTROLA NAPONA - POSMIK**  
Vrsta opterećenja: osnovno - kratkotrajno  
Korekcijski koeficijent  
Parcijalni koef. za svojstva gradiva  
Karakteristični posmični napon  
Računska posmična čvrstoća

$K_{mod} = 0.900$
$\gamma_m = 1.250$
$f_{v,k} = 2.700 \text{ MPa}$
$f_{v,d} = 1.944 \text{ MPa}$
$A = 280.00 \text{ cm}^2$
$\tau_{2,d} = 0.479 \text{ MPa}$

$$\tau_{2,d} \leq f_{v,d} (0.479 \leq 1.944)$$

Iskorištenje presjeka je 24.6%

**KONTROLA NAPONA - TLAK I SAVIJANJE**

Vrsta opterećenja: osnovno - kratkotrajno  
Korekcijski koeficijent  
Parcijalni koef. za svojstva gradiva  
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2  
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3

$K_{mod} = 0.900$
$\gamma_m = 1.250$
$K_{h,2} = 1.100$
$K_{h,3} = 1.100$
$k_m = 0.700$
$f_{c,0,k} = 24.000 \text{ MPa}$
$f_{c,0,d} = 17.280 \text{ MPa}$
$f_{m,k} = 24.000 \text{ MPa}$
$f_{m,d} = 19.008 \text{ MPa}$

**DOKAZ STABILNOSTI ELEMENTA**  
(slučaj opterećenja 15, na 283.2 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	$N_{ed} = -20.611 \text{ kN}$
Poprečna sila u pravcu osi 2	$V_{2ed} \approx 0.000 \text{ kN}$
Moment savijanja oko osi 3	$M_{3ed} = -11.600 \text{ kNm}$

Faktor oblika (za pravokutni presjek)  
Karakteristična tlačna čvrstoća  
Računska tlačna čvrstoća  
Karakteristična čvrstoća na savijanje  
Računska čvrstoća na savijanje

**DOKAZ BOČNE STABILNOSTI**  
Vrsta opterećenja: osnovno - kratkotrajno  
Korekcijski koeficijent

$K_{mod} = 0.900$
-------------------

Parcijalni koef. za svojstva gradiva  
Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2

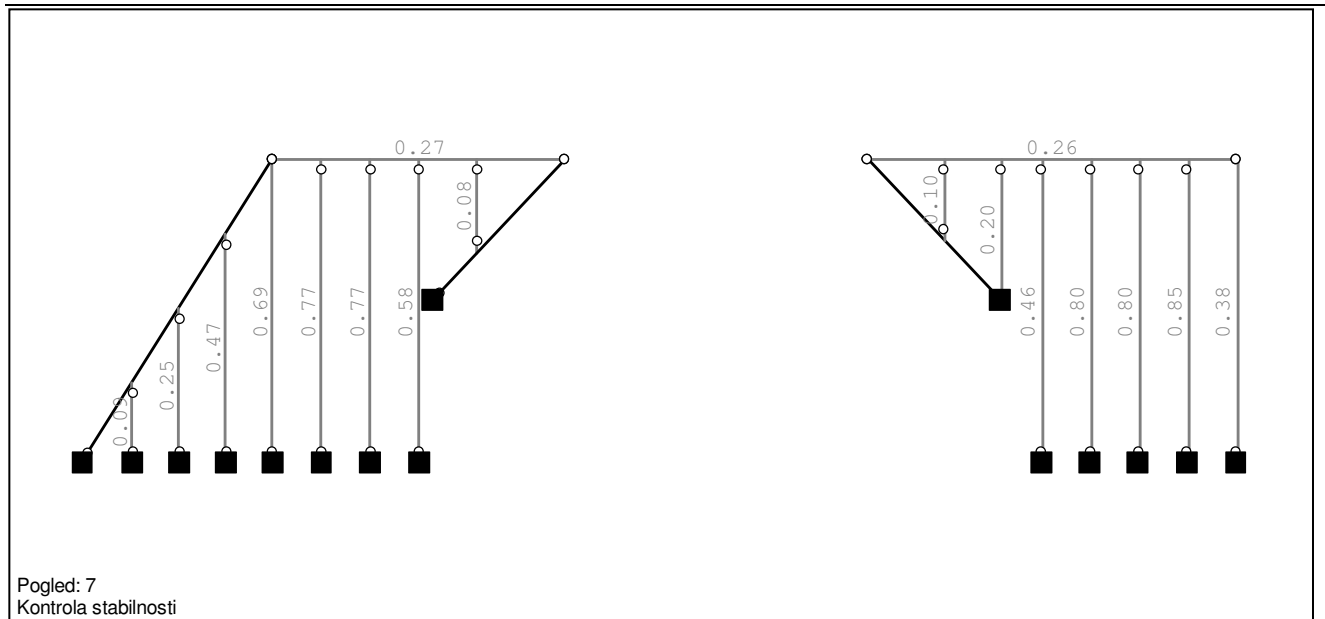
$\gamma_m = 1.250$  Moment otpora  
Kritični napon izvijanja  
 $I_{ef} = 556.37 \text{ cm}^4$  Relativna vitkost za izvijanje  
 $E_{0.05} = 9400.0 \text{ MPa}$  Koeficijent  
 $G_{0.05} = 480.0 \text{ MPa}$  Normalni napon savijanja oko osi 3  
 $I_{tor} = 10308 \text{ cm}^4$   
 $I_2 = 4573.3 \text{ cm}^4$

$W_3 = 933.33 \text{ cm}^3$   
 $\sigma_{m,crit} = 88.235 \text{ MPa}$   
 $\lambda_{rel} = 0.522$   
 $k_{krit} = 1.000$   
 $\sigma_{m,3,d} = 12.429 \text{ MPa}$

5% fraktil modula E paralelno  
vlaknima  
5% fraktil modula posmika G  
Torzijski momenat inercije  
Moment inercije

$$\sigma_{m,3,d} \leq k_{krit} \times f_{m,3,d} \quad (12.429 \leq 19.008)$$

korištenje presjeka je 65.4%



Pogled: 7  
Kontrola stabilnosti

$$\sigma_{m,3,d} \leq f_{m,d} \quad (13.705 \leq 19.008)$$

Iskorištenje presjeka je 72.1%

**ŠTAP 4078-2228**

Lijepljeno lamelirano drvo - GL24h  
u pravcu gornjeg ruba štapa  
Debljina lamele 2.00 cm  
Klasa uporabljivosti 2  
EUROCODE (EN 1995-1-1)

**TLAK I SAVIJANJE - VELIKA VITKOST**

Početna imperfekcija  
Koeficijent  
Koeficijent  
Koeficijent  
Koeficijent

$\beta_c = 0.100$   
 $k_3 = 1.764$   
 $k_2 = 3.047$   
 $k_{c,3} = 0.384$   
 $k_{c,2} = 0.195$

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,2} \times f_{c,0,d})) + k_m \times (\sigma_{m,3,d} / f_{m,d}) + \sigma_{m,2,d} / f_{m,d} \leq 1 \quad (0.656 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 65.6%

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,3} \times f_{c,0,d})) + \sigma_{m,3,d} / f_{m,d} + k_m \times (\sigma_{m,2,d} / f_{m,d}) \leq 1 \quad (0.798 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 79.8%

**KONTROLA POSMIČNIH NAPONA**  
(slučaj opterećenja 19, kraj štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2

$V_{2ed} = 9.072 \text{ kN}$

**KONTROLA NAPONA - POSMIK**

Vrsta opterećenja: osnovno - kratkotrajno

Korekcijski koeficijent  
Parcijalni koef. za svojstva gradiva  
Karakteristični posmični napon  
Računska posmična čvrstoća  
Površina poprečnog presjeka  
Stvarni posmični napon(os 2)

$K_{mod} = 0.900$   
 $\gamma_m = 1.250$   
 $f_{v,k} = 2.700 \text{ MPa}$   
 $f_{v,d} = 1.944 \text{ MPa}$   
 $A = 280.00 \text{ cm}^2$   
 $\tau_{2,d} = 0.486 \text{ MPa}$

$$\tau_{2,d} \leq f_{v,d} \quad (0.486 \leq 1.944)$$

Iskorištenje presjeka je 25.0%

**DOKAZ STABILNOSTI ELEMENTA**

(slučaj opterećenja 19, na 303.5 cm od početka štapa)

**FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA**

19. $\gamma=0.80$	20. $\gamma=0.80$	17. $\gamma=0.72$
18. $\gamma=0.72$	15. $\gamma=0.72$	16. $\gamma=0.72$
10. $\gamma=0.70$	12. $\gamma=0.70$	13. $\gamma=0.68$
14. $\gamma=0.68$	11. $\gamma=0.66$	9. $\gamma=0.66$
21. $\gamma=0.25$		

**KONTROLA NORMALNIH NAPONA**

(slučaj opterećenja 20, na 303.5 cm od početka štapa)

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

$N_{ed} = -14.259 \text{ kN}$   
 $V_{2ed} = 0.721 \text{ kN}$   
 $M_{3ed} = -12.791 \text{ kNm}$

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

$N_{ed} = -13.367 \text{ kN}$   
 $V_{2ed} = -0.255 \text{ kN}$   
 $M_{3ed} = -12.791 \text{ kNm}$

**KONTROLA NAPONA - TLAK I SAVIJANJE**

Vrsta opterećenja: osnovno - kratkotrajno  
Korekcijski koeficijent  
Parcijalni koef. za svojstva gradiva  
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2

$K_{mod} = 0.900$   
 $\gamma_m = 1.250$   
 $K_{h,2} = 1.100$

**DOKAZ BOČNE STABILNOSTI**

Vrsta opterećenja: osnovno - kratkotrajno  
Korekcijski koeficijent  
Parcijalni koef. za svojstva gradiva  
Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2

$K_{mod} = 0.900$   
 $\gamma_m = 1.250$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3

$K_{h,3} = 1.100$   
 $k_m = 0.700$

5% fraktil modula E paralelno vlaknima

5% fraktil modula posmika G

Faktor oblika (za pravokutni presjek)

Karakteristična tlačna čvrstoća

Računska tlačna čvrstoća

Karakteristična čvrstoća na savijanje

Računska čvrstoća na savijanje

Relativna vitkost

Relativna vitkost

Normalni tlačni napon

Moment otpora

Normalni napon savijanja oko osi 3

$f_{c,0,k} = 24.000 \text{ MPa}$   
 $f_{c,0,d} = 17.280 \text{ MPa}$   
 $f_{m,k} = 24.000 \text{ MPa}$   
 $f_{m,d} = 19.008 \text{ MPa}$   
 $\lambda_{rel,2} = 2.214$   
 $\lambda_{rel,3} = 1.550$   
 $\sigma_{c,0,d} = 0.509 \text{ MPa}$   
 $W_3 = 933.33 \text{ cm}^3$   
 $\sigma_{m,3,d} = 13.705 \text{ MPa}$

Kritični napon izvijanja

Relativna vitkost za izvijanje

Normalni napon savijanja oko osi 3

Normalni napon savijanja oko osi 3

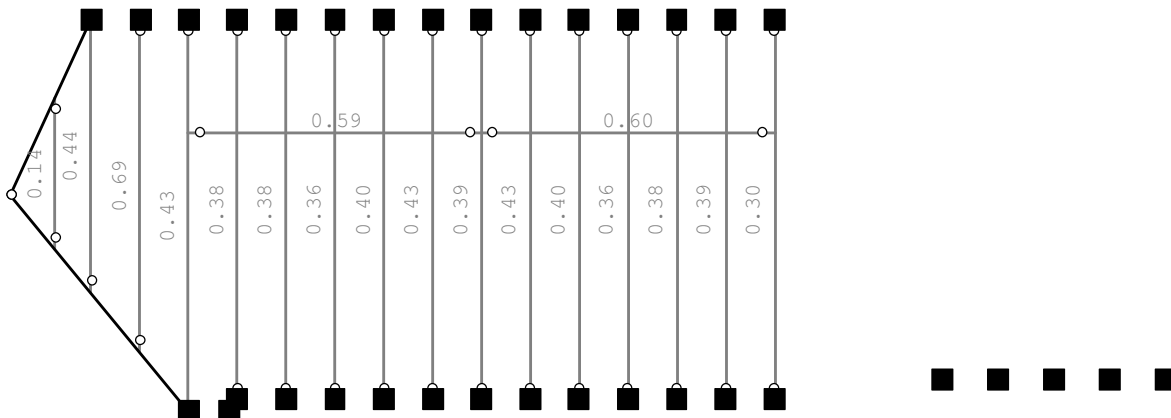
Normalni napon savijanja oko osi 3

Normalni napon savijanja oko osi 3

Normalni napon savijanja oko osi 3

$$\sigma_{m,3,d} \leq k_{krit} \times f_{m,3,d} \quad (13.705 \leq 19.008)$$

Iskorištenje presjeka je 72.1%



Pogled: 2  
Kontrola stabilnosti

**ŠTAP 3693-4421**

Lijepljeno lamelirano drvo - GL24h  
u pravcu gornjeg ruba štapa  
Debljina lamele 2.00 cm  
Klasa uporabljivosti 2  
EUROCODE (EN 1995-1-1)

$\sigma_{t,0,d} / ft_{0,d} + km \times (\sigma_{m3,d} / fm,d) + \sigma_{m2,d} / fm,d \leq 1$   
(0.532 <= 1)

Iskorištenje presjeka je 53.2%

$\sigma_{t,0,d} / ft_{0,d} + \sigma_{m3,d} / fm,d + km \times (\sigma_{m2,d} / fm,d) \leq 1$   
(0.599 <= 1)

Iskorištenje presjeka je 59.9%

**KONTROLA POSMIČNIH NAPONA**

(slučaj opterećenja 13, kraj štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2

Poprečna sila u pravcu osi 3

Moment torzije

V2ed = 7.268 kN  
V3ed = -2.708 kN  
M1ed = -0.983 kNm

**KONTROLA NAPONA - POSMIK**

Vrsta opterećenja: osnovno - kratkotrajno

Korekcijski koeficijent

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

Karakteristični posmični napon

Računska posmična čvrstoća

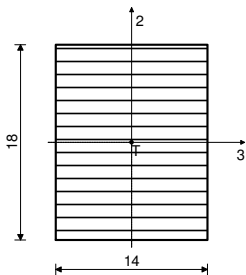
Površina poprečnog presjeka

Stvarni posmični napon(os 2)

Stvarni posmični napon(os 3)

Superpozicija utjecaja od poprečne sile

Kmod = 0.900  
ym = 1.250  
fv,k = 2.700 MPa  
fv,d = 1.944 MPa  
A = 252.00 cm<sup>2</sup>  
τ<sub>2,d</sub> = 0.433 MPa  
τ<sub>3,d</sub> = 0.161 MPa  
τ<sub>2,d</sub> / fv,d = 0.223  
τ<sub>3,d</sub> / fv,d = 0.083



[cm]

$(2) + (3) \leq 1$  (0.068 <= 1)

**FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA**

14. γ=0.60 13. γ=0.60 15. γ=0.59  
16. γ=0.59 18. γ=0.58 17. γ=0.57  
19. γ=0.55 20. γ=0.54 9. γ=0.54  
11. γ=0.53 10. γ=0.51 12. γ=0.51  
21. γ=0.18

Iskorištenje presjeka je 6.8%

**KONTROLA NAPONA - TORZIJA**

Karakteristična posmična čvrstoća

Računska posmična čvrstoća

Koeficijent

Torzijski moment otpora

Stvarni posmični napon

fv,k = 2.700 MPa  
fv,d = 1.944 MPa  
kshape = 1.193  
Wt = 784.73 cm<sup>3</sup>  
rtor,d = 1.252 MPa

$rtor,d \leq kshape \times fv,d$  (1.252 <= 2.319)

Iskorištenje presjeka je 54.0%

Superpozicija utjecaja od poprečne sile i momenta torzije

Računska uzdužna sila

Poprečna sila u pravcu osi 2

Poprečna sila u pravcu osi 3

Moment torzije

Moment savijanja oko osi 2

Moment savijanja oko osi 3

Ned = 3.974 kN(1) rtor,d/(kshape x fv,d) = 0.540  
V2ed = 8.001 kN(2) τ<sub>2,d</sub> / fv,d = 0.223  
V3ed = -3.044 kN(3) τ<sub>3,d</sub> / fv,d = 0.083  
M1ed = -0.940 kNm  
M2ed = -2.378 kNm  
M3ed = -6.301 kNm  
 $(1) + (2) + (3) \leq 1$  (0.596 <= 1)

**KONTROLA NORMALNIH NAPONA**

(slučaj opterećenja 14, na 390.6 cm od početka štapa)

Iskorištenje presjeka je 59.6%

**DOKAZ STABILNOSTI ELEMENTA**

(slučaj opterećenja 14, na 390.6 cm od početka štapa)

**KONTROLA NAPONA - VLAK I SAVIJANJE**

Vrsta opterećenja: osnovno - kratkotrajno

Korekcijski koeficijent

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - vlak

Kmod = 0.900 Ned = 3.910 kN  
ym = 1.250 V2ed = -6.270 kN  
Kh\_2 = 1.100 V3ed = 0.807 kN  
Kh\_3 = 1.100 M1ed = -0.126 kNm  
M2ed = -2.279 kNm  
M3ed = -6.364 kNm

Karakteristična vlačna čvrstoća

Računska vlačna čvrstoća

Faktor oblika (za pravokutni presjek)

Karakteristična čvrstoća na savijanje

Računska čvrstoća na savijanje

Normalni vlačni napon

Moment otpora

Normalni napon savijanja oko osi 2

$\sigma_{m2,d} \leq fm,d$  (4.044 <= 19.008)

Iskorištenje presjeka je 21.3%

Moment otpora

Normalni napon savijanja oko osi 3

$\sigma_{m3,d} \leq fm,d$  (8.335 <= 19.008)

Iskorištenje presjeka je 43.9%

**DOKAZ BOČNE STABILNOSTI**

Vrsta opterećenja: osnovno - kratkotrajno

Korekcijski koeficijent

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2

Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 3

% fraktil modula E paralelno

% fraktil modula posmika G

Torzijski moment inercije

Moment inercije

Moment otpora

Kritični napon izvijanja

Relativna vitkost za izvijanje

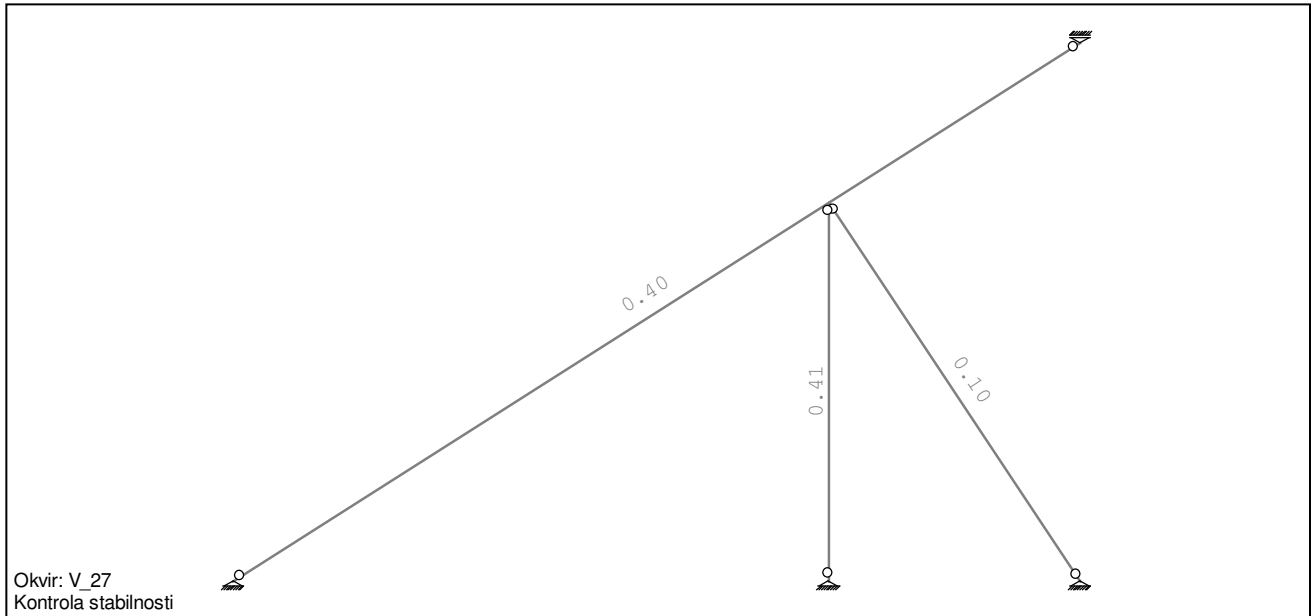
Koeficijent

Normalni napon savijanja oko osi 3

Kmod = 0.900  
ym = 1.250  
lef = 468.67 cm  
E0.05 = 9400.0 MPa  
G0.05 = 480.00 MPa  
I<sub>tor</sub> = 8605.6 cm<sup>4</sup>  
I<sub>2</sub> = 4116.0 cm<sup>4</sup>  
W<sub>3</sub> = 756.00 cm<sup>3</sup>  
σ<sub>crit</sub> = 112.09 MPa  
λ<sub>rel</sub> = 0.463  
k<sub>krit</sub> = 1.000  
σ<sub>m3,d</sub> = 8.418 MPa

$\sigma_{m3,d} \leq k_{krit} \times fm_{3,d}$  (8.418 <= 19.008)

Iskorištenje presjeka je 44.3%



Okvir: V\_27  
Kontrola stabilnosti

**ŠTAP 4023-3529**

Lijepljeno lamelirano drvo - GL24h  
u pravcu gornjeg ruba štapa  
Debljina lamele 2.00 cm  
Klasa uporabljivosti 2  
EUROCODE (EN 1995-1-1)

Koeficijent  $(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,2} \times f_{c,0,d})) + k_{m,3} \times (\sigma_{m,3,d} / f_{m,d}) + k_{c,2} = 0.835$   
 $+ \sigma_{m,2,d} / f_{m,d} \leq 1 \quad (0.366 \leq 1)$

Iskorištenje presjeka je 36.6%  
 $(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,3} \times f_{c,0,d})) + \sigma_{m,3,d} / f_{m,d} + k_{m,3} \times (\sigma_{m,2,d} / f_{m,d}) \leq 1 \quad (0.415 \leq 1)$

Iskorištenje presjeka je 41.5%

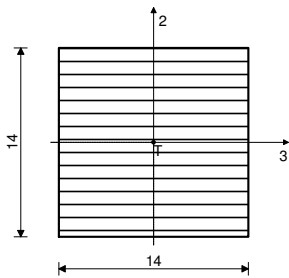
KONTROLA POSMIČNIH NAPONA  
(slučaj opterećenja 14, početak štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2  $V_{2ed} = -1.675 \text{ kN}$   
Poprečna sila u pravcu osi 3  $V_{3ed} = -0.208 \text{ kN}$   
Moment torzije  $M_{1ed} = -0.020 \text{ kNm}$

KONTROLA NAPONA - POSMIK

Vrsta opterećenja: osnovno - kratkotrajno

Korekcijski koeficijent  $K_{mod} = 0.900$   
Parcijalni koef. za svojstva gradiva  $\gamma_m = 1.250$   
Karakteristični posmični napon  $f_{v,k} = 2.700 \text{ MPa}$   
Računska posmična čvrstoća  $f_{v,d} = 1.944 \text{ MPa}$   
Površina poprečnog presjeka  $A = 196.00 \text{ cm}^2$   
Stvarni posmični napon(os 2)  $\tau_{2,d} = 0.128 \text{ MPa}$   
Stvarni posmični napon(os 3)  $\tau_{3,d} = 0.016 \text{ MPa}$   
Superpozicija utjecaja od poprečne sile  
(2)  $\tau_{2,d} / f_{v,d} = 0.066$   
(3)  $\tau_{3,d} / f_{v,d} = 0.008$



[cm]

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

14. $\gamma = 0.41$	18. $\gamma = 0.40$	16. $\gamma = 0.39$
13. $\gamma = 0.37$	15. $\gamma = 0.36$	20. $\gamma = 0.36$
11. $\gamma = 0.36$	17. $\gamma = 0.35$	12. $\gamma = 0.35$
19. $\gamma = 0.34$	9. $\gamma = 0.34$	10. $\gamma = 0.32$
21. $\gamma = 0.12$		

Iskorištenje presjeka je 0.5%  $(2) + (3) \leq 1 \quad (0.005 \leq 1)$

KONTROLA NAPONA - TORZIJA

Karakteristična posmična čvrstoća  $f_{v,k} = 2.700 \text{ MPa}$   
Računska posmična čvrstoća  $f_{v,d} = 1.944 \text{ MPa}$   
Koeficijent  $k_{shape} = 1.150$   
Torzijski moment otpora  $W_t = 570.75 \text{ cm}^3$   
Stvarni posmični napon  $\tau_{tor,d} = 0.036 \text{ MPa}$

KONTROLA NORMALNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 14, na 100.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila  $N_{ed} = -56.675 \text{ kN}$

Poprečna sila u pravcu osi 2  $V_{2ed} = 1.303 \text{ kN}$

Poprečna sila u pravcu osi 3  $V_{3ed} = -0.208 \text{ kN}$

Moment savijanja oko osi 2  $M_{2ed} = -0.268 \text{ kNm}$

Moment savijanja oko osi 3  $M_{3ed} = -1.675 \text{ kNm}$

Iskorištenje presjeka je 1.6%  
Superpozicija utjecaja od poprečne sile i momenta torzije  
 $\tau_{tor,d} / (k_{shape} \times f_{v,d}) = 0.016$   
 $\tau_{2,d} / f_{v,d} = 0.066$   
 $\tau_{3,d} / f_{v,d} = 0.008$

$(1) + (2) + (3) \leq 1 \quad (0.020 \leq 1)$

KONTROLA NAPONA - TLAK I SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: osnovno - kratkotrajno

Korekcijski koeficijent  $K_{mod} = 0.900$

Parcijalni koef. za svojstva gradiva  $\gamma_m = 1.250$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2  $Kh_{2,d} = 1.100$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3  $Kh_{3,d} = 1.100$

Faktor oblika (za pravokutni presjek)  $k_m = 0.700$

Karakteristična tlačna čvrstoća  $f_{c,0,k} = 24.000 \text{ MPa}$

Računska tlačna čvrstoća  $f_{c,0,d} = 17.280 \text{ MPa}$

Karakteristična čvrstoća na savijanje  $f_{m,k} = 24.000 \text{ MPa}$

Računska čvrstoća na savijanje  $f_{m,d} = 19.008 \text{ MPa}$

Relativna vitkost  $\lambda_{rel,2} = 0.910$

Relativna vitkost  $\lambda_{rel,3} = 0.910$

Normalni tlačni napon  $\sigma_{c,0,d} = 2.892 \text{ MPa}$

Moment otpora  $W_2 = 457.33 \text{ cm}^3$

Normalni napon savijanja oko osi 2  $\sigma_{m,2,d} = 0.585 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,2,d} \leq f_{m,d} \quad (0.585 \leq 19.008)$

Iskorištenje presjeka je 3.1%

Moment otpora  $W_3 = 457.33 \text{ cm}^3$

Normalni napon savijanja oko osi 3  $\sigma_{m,3,d} = 3.662 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,3,d} \leq f_{m,d} \quad (3.662 \leq 19.008)$

Iskorištenje presjeka je 19.3%

TLAK I SAVIJANJE - VELIKA VITKOST

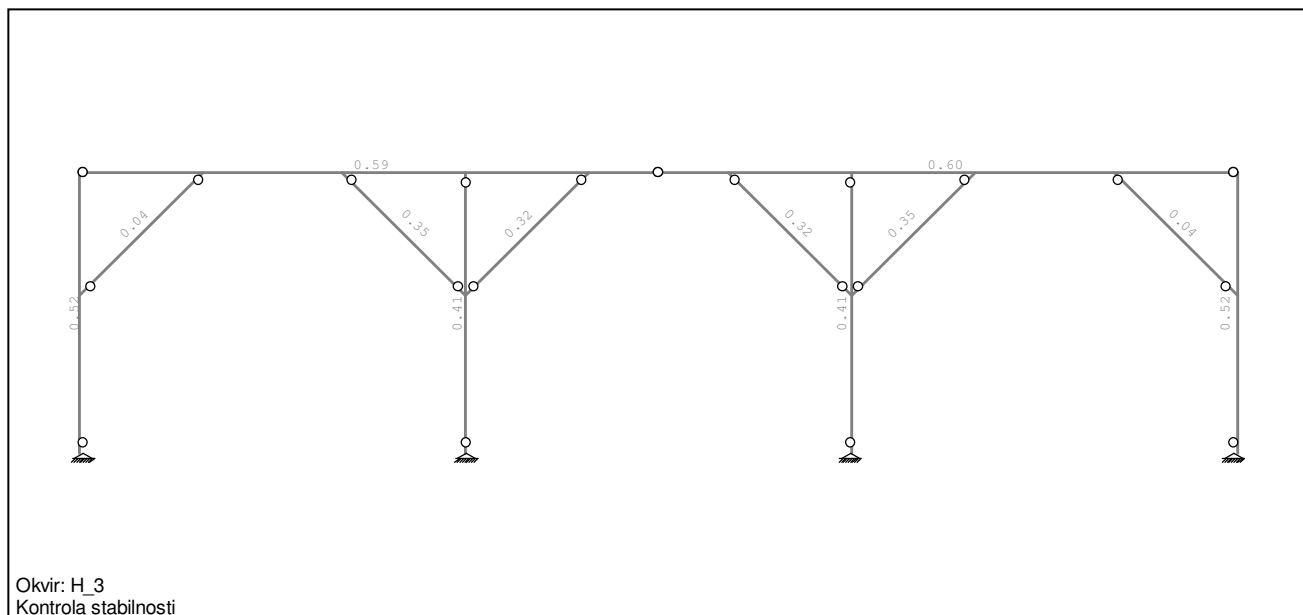
Početna imperfekcija  $\beta_c = 0.100$

Koeficijent  $k_3 = 0.944$

Koeficijent  $k_2 = 0.944$

Koeficijent  $k_{c,3} = 0.835$

Normalni napon savijanja oko osi 3  $\sigma_{m,3,d} \leq k_{krit} \times f_{m,3,d} \quad (3.662 \leq 19.008)$   
Iskorištenje presjeka je 19.3%



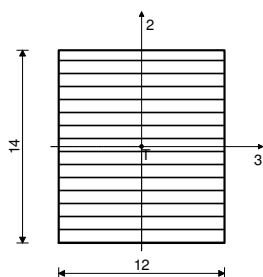
**ŠTAP 3794-4155**

Lijepljeno lamelirano drvo - GL24h  
u pravcu gornjeg ruba štapa  
Debljina lamele 2.00 cm  
Klasa uporabljivosti 2  
EUROCODE (EN 1995-1-1)

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3

Faktor oblika (za pravokutni presjek)  
Karakteristična tlačna čvrstoća  
Računska tlačna čvrstoća  
Karakteristična čvrstoća na savijanje  
Računska čvrstoća na savijanje  
Relativna vitkost  
Relativna vitkost  
Normalni tlačni napon  
TLAK I SAVIJANJE - VELIKA VITKOST  
Početna imperfekcija  
Koeficijent  
Koeficijent  
Koeficijent  
Koeficijent

Kh\_3 = 1.100  
km = 0.700  
fc,0,k = 24.000 MPa  
fc,0,d = 17.280 MPa  
fm,k = 24.000 MPa  
fm,d = 19.008 MPa  
λrel,2 = 0.657  
λrel,3 = 0.563  
σc,0,d = 2.650 MPa



[cm]

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,2} \times f_{c,0,d})) + k_m \times (\sigma_{m3,d} / f_{m,d}) + \sigma_{m2,d} / f_{m,d} \leq 1 \quad (0.163 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 16.3%

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,3} \times f_{c,0,d})) + \sigma_{m3,d} / f_{m,d} + k_m \times (\sigma_{m2,d} / f_{m,d}) \leq 1 \quad (0.159 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 15.9%

**FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA**

14. γ=0.35	18. γ=0.34	16. γ=0.33
20. γ=0.30	15. γ=0.30	13. γ=0.30
11. γ=0.30	17. γ=0.29	12. γ=0.29
19. γ=0.28	9. γ=0.28	10. γ=0.26
21. γ=0.10		

**KONTROLA NORMALNIH I POSMIČNIH NAPONA**  
(slučaj opterećenja 14, početak štapa)

Računska uzdužna sila  
Poprečna sila u pravcu osi 2  
Moment torzije

Ned = -44.517 kN  
V2ed ≈ 0.000 kN  
M1ed = 0.351 kNm

KONTROLA NAPONA - POSMIK  
Vrsta opterećenja: osnovno - kratkotrajno  
Korekcijski koeficijent  
Parcijalni koef. za svojstva gradiva  
Karakteristični posmični napon  
Računska posmična čvrstoća  
Površina poprečnog presjeka

Kmod = 0.900  
γm = 1.250  
fv,k = 2.700 MPa  
fv,d = 1.944 MPa  
A = 168.00 cm<sup>2</sup>

**KONTROLA NAPONA - TLAK**

Vrsta opterećenja: osnovno - kratkotrajno

Korekcijski koeficijent

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2

Kmod = 0.900  
γm = 1.250  
Kh\_2 = 1.100

KONTROLA NAPONA - TORZIJA  
Karakteristična posmična čvrstoća  
Računska posmična čvrstoća  
Koeficijent  
Torzijski moment otpora  
Stvarni posmični napon

fv,k = 2.700 MPa  
fv,d = 1.944 MPa  
kshape = 1.175  
Wt = 437.81 cm<sup>3</sup>  
rtor,d = 0.802 MPa

$$r_{tor,d} \leq k_{shape} \times f_{v,d} \quad (0.802 \leq 2.284)$$

Iskorištenje presjeka je 35.1%

#### 4.1.3 Proračun otpornosti na požar

Dokaz nosivosti elemenata na požarno opterećenje provodi se za zahtijevano vrijeme požarne otpornosti 30 min. Krovna konstrukcija se dodatno oblaže protupožarnim pločama u dva sloja. Proračun drvenih elemenata krovišta povernen je za požarnu kombinaciju s dimenzijama poprečnih presjeka smanjenim u ovisnosti o zahtijevanom vremenu požarne otpornosti. Nosivost čeličnih elemenata osigurana je protupožarim premazom debljine sukladno proračunu.

##### 4.1.3.1 Dokaz drvenih elemenata

POPREČNI PRESJEK      **b=      16      cm**  
   **h=      16      cm**

BRZINA POUGLJENJA      **β=      0,7 mm/min**

POTREBNA OTPORNOST **t=      30 min**  
NA POŽAR

21 smanjenje presjeka (mm)  
2,1 (cm)

NOVI POPREČNI PRESJEK    **b=      11,8**  
   **h=      11,8**

POPREČNI PRESJEK      **b=      14      cm**  
   **h=      20      cm**

BRZINA POUGLJENJA      **β=      0,7 mm/min**

POTREBNA OTPORNOST **t=      30 min**  
NA POŽAR

21 smanjenje presjeka (mm)  
2,1 (cm)

NOVI POPREČNI PRESJEK    **b=      9,8**  
   **h=      15,8**

POPREČNI PRESJEK      **b=      12      cm**  
   **h=      16      cm**

BRZINA POUGLJENJA      **β=      0,7 mm/min**

POTREBNA OTPORNOST **t=      30 min**  
NA POŽAR

21 smanjenje presjeka (mm)  
2,1 (cm)

NOVI POPREČNI PRESJEK    **b=      7,8**  
   **h=      11,8**

POPREČNI PRESJEK      **b=      12      cm**  
   **h=      14      cm**

BRZINA POUGLJENJA      **β=      0,7 mm/min**

POTREBNA OTPORNOST **t=      30 min**  
NA POŽAR

21 smanjenje presjeka (mm)  
2,1 (cm)

NOVI POPREČNI PRESJEK    b=      7,8  
   h=      9,8

---

POPREČNI PRESJEK      **b=      14      cm**  
   **h=      14      cm**

BRZINA POUGLJENJA      **β=      0,7 mm/min**

POTREBNA OTPORNOST **t=      30 min**  
NA POŽAR

21 smanjenje presjeka (mm)  
2,1 (cm)

NOVI POPREČNI PRESJEK    b=      9,8  
   h=      9,8

---

POPREČNI PRESJEK      **b=      14      cm**  
   **h=      18      cm**

BRZINA POUGLJENJA      **β=      0,7 mm/min**

POTREBNA OTPORNOST **t=      30 min**  
NA POŽAR

21 smanjenje presjeka (mm)  
2,1 (cm)

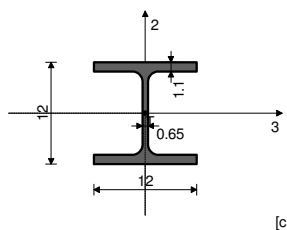
NOVI POPREČNI PRESJEK    b=      9,8  
   h=      13,8

---



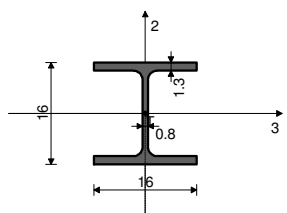
**Setovi greda**

**Set: 1 Presjek: IPB 120, Fiktivna ekscentričnost**



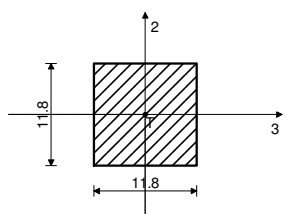
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	3.400e-3	1.096e-3	2.304e-3	1.390e-7	3.180e-6	8.640e-6

**Set: 2 Presjek: IPB 160, Fiktivna ekscentričnost**



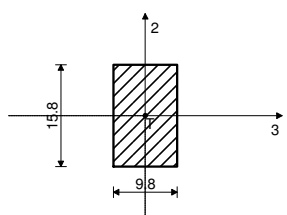
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	5.430e-3	1.764e-3	3.666e-3	3.140e-7	8.890e-6	2.490e-5

**Set: 3 Presjek: b/d=11.8/11.8, Fiktivna ekscentričnost**



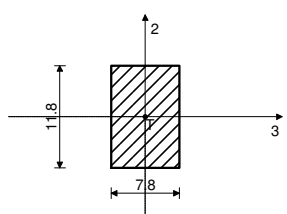
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Drvo-Četinari...	1.392e-2	1.160e-2	1.160e-2	2.730e-5	1.616e-5	1.616e-5

**Set: 4 Presjek: b/d=9.8/15.8, Fiktivna ekscentričnost**



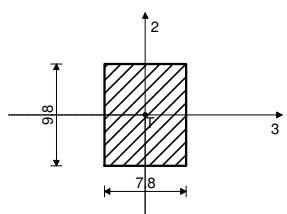
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Drvo-Četinari...	1.548e-2	1.290e-2	1.290e-2	3.044e-5	1.239e-5	3.221e-5

**Set: 6 Presjek: b/d=7.8/11.8, Fiktivna ekscentričnost**



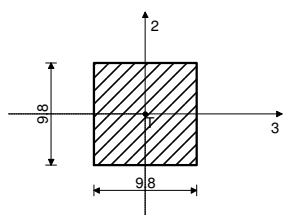
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Drvo-Četinari...	9.204e-3	7.670e-3	7.670e-3	1.102e-5	4.666e-6	1.068e-5

**Set: 7 Presjek: b/d=7.8/9.8, Fiktivna ekscentričnost**



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Drvo-Četinari...	7.644e-3	6.370e-3	6.370e-3	7.989e-6	3.876e-6	6.118e-6

**Set: 8 Presjek: b/d=9.8/9.8, Fiktivna ekscentričnost**

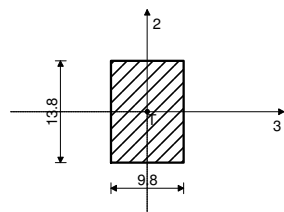


Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Drvo-Četinari...	9.604e-3	8.003e-3	8.003e-3	1.299e-5	7.686e-6	7.686e-6

Set: 9 Presjek: b/d=9.8/13.8, Fiktivna ekscentričnost

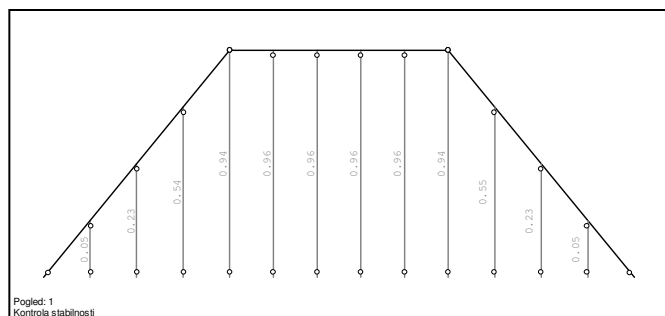
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Drvo-Četinari...	1.352e-2	1.127e-2	1.127e-2	2.434e-5	1.082e-5	2.146e-5

[cm]



Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv
1	Vlastita težina (g)
2	Dodatno stalno
3	Uporabno
4	Snijeg1
5	Snijeg2
6	Vjetar 0°cpi-
7	Vjetar 0°cpi+
8	Vjetar 90°cpi-
9	Komb.: I-II



**ŠTAP 2628-1402**

Lijepljeno lamelirano drvo - GL24h  
u pravcu gornjeg ruba štapa  
Debljina lamele 2.00 cm  
Klasa uporabljivosti 2  
EUROCODE (EN 1995-1-1)

Normalni napon savijanja oko osi 3

$\sigma_{m3,d} = 12.191 \text{ MPa}$

$$\sigma_{m3,d} \leq f_{m,d} \quad (12.191 \leq 12.672)$$

Iskorištenje presjeka je 96.2%

TLAK I SAVIJANJE - MALA VITKOST

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + k_m \times (\sigma_{m3,d} / f_{m,d}) + \sigma_{m2,d} / f_{m,d} \leq 1 \quad (0.676 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 67.6%

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m3,d} / f_{m,d} + k_m \times (\sigma_{m2,d} / f_{m,d}) \leq 1 \quad (0.965 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 96.5%

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI

Vrsta opterećenja: osnovno - stalno

Korekcijski koeficijent

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2

$k_{mod} = 0.600$

$\gamma_m = 1.250$

$l_{ef} = 403.90 \text{ cm}$

$E_{0.05} = 9400.0 \text{ MPa}$

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

Korekcijski koeficijent

$l_{ef} = 403.90 \text{ cm}$

$E_{0.05} = 9400.0 \text{ MPa}$

$G_{0.05} = 480.00 \text{ MPa}$

$I_{tor} = 1092.1 \text{ cm}^4$

$I_2 = 466.64 \text{ cm}^4$

$W_3 = 181.01 \text{ cm}^3$

$\sigma_{m,crit} = 65.158 \text{ MPa}$

$\lambda_{rel} = 0.607$

$k_{krit} = 1.000$

$\sigma_{m3,d} = 12.191 \text{ MPa}$

Normalni napon savijanja oko osi 3

$$\sigma_{m3,d} \leq k_{krit} \times f_{m,3,d} \quad (12.191 \leq 12.672)$$

Iskorištenje presjeka je 96.2%

KONTROLA POSMIČNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 9, početak štapa)

$K_{h,2} = 1.100$

$K_{h,3} = 1.100$

$k_m = 0.700$

$f_{c,0,k} = 24.000 \text{ MPa}$

$f_{c,0,d} = 11.520 \text{ MPa}$

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

$f_{m,d} = 12.672 \text{ MPa}$

$\lambda_{rel,2} = 0.289$

$\lambda_{rel,3} = 0.191$

$\sigma_{c,0,d} = 0.605 \text{ MPa}$

$W_3 = 181.01 \text{ cm}^3$

Poprečna sila u pravcu osi 2

$V_{2ed} = -2.185 \text{ kN}$

KONTROLA NAPONA - POSMIK

Vrsta opterećenja: osnovno - stalno

Korekcijski koeficijent

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

Karakteristični posmični napon

Računska posmična čvrstoća

Bovršina poprečnog presjeka

$k_{mod} = 0.600$

$\gamma_m = 1.250$

$f_{v,k} = 2.700 \text{ MPa}$

$f_{v,d} = 1.296 \text{ MPa}$

$A = 92.040 \text{ cm}^2$

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA  
9.  $\gamma = 0.96$

KONTROLA NORMALNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 9, na 202.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila

Moment savijanja oko osi 3

$N_{ed} = -5.565 \text{ kN}$

$M_{3ed} = -2.207 \text{ kNm}$

KONTROLA NAPONA - TLAK I SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: osnovno - stalno

Korekcijski koeficijent

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2

$k_{mod} = 0.600$

$\gamma_m = 1.250$

$K_{h,2} = 1.100$

$K_{h,3} = 1.100$

$k_m = 0.700$

Faktor oblika (za pravokutni presjek)

Karakteristična tlačna čvrstoća

Računska tlačna čvrstoća

Karakteristična čvrstoća na savijanje

Računska čvrstoća na savijanje

Relativna vitkost

Relativna vitkost

Normalni tlačni napon

Moment otpora

Poprečna sila u pravcu osi 2

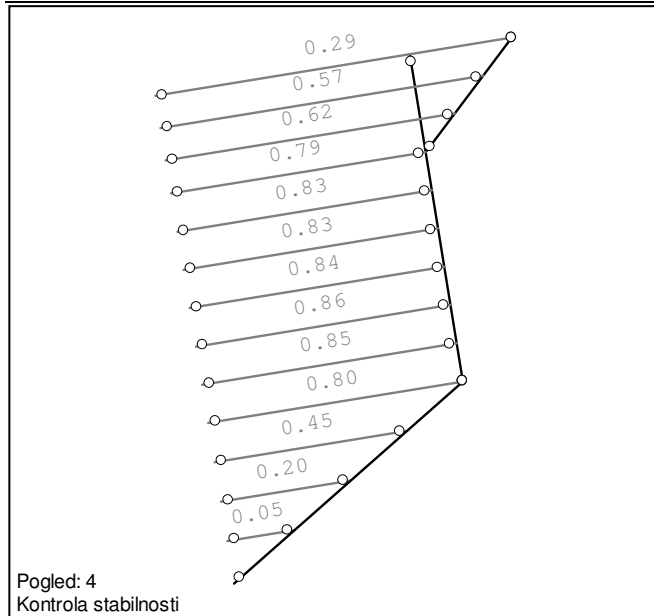
$V_{2ed} = -2.185 \text{ kN}$

Stvarni posmični napon(os 2)

$\tau_{2,d} = 0.356 \text{ MPa}$

Iskorištenje presjeka je 27.5%

$\tau_{2,d} \leq f_{v,d} (0.356 \leq 1.296)$

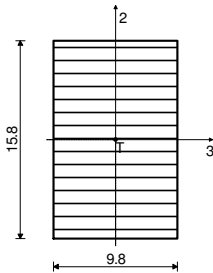


**ŠTAP 1037-137**  
Lijepljeno lamelirano drvo - GL24h  
u pravcu gornjeg ruba štapa  
Debljina lamele 2.00 cm  
Klasa uporabljivosti 2  
EUROCODE (EN 1995-1-1)

Koeficijent  $k_2 = 0.551$   
Koeficijent  $k_{c,3} = 1.011$   
Koeficijent  $k_{c,2} = 0.998$

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,2} \times f_{c,0,d})) + k_m \times (\sigma_{m,3,d} / f_{m,d}) + \sigma_{m,2,d} / f_{m,d} \leq 1 (0.618 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 61.8%



$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,3} \times f_{c,0,d})) + \sigma_{m,3,d} / f_{m,d} + k_m \times (\sigma_{m,2,d} / f_{m,d}) \leq 1 (0.863 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 86.3%

KONTROLA POSMIČNIH NAPONA  
(slučaj opterećenja 9, početak štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2  $V_{2ed} = -3.041 \text{ kN}$

KONTROLA NAPONA - POSMIK

Vrsta opterećenja: osnovno - stalno  
Korekcijski koeficijent  $K_{mod} = 0.600$   
Parcijalni koef. za svojstva gradiva  $\gamma_m = 1.250$   
Karakteristični posmični napon  $f_{v,k} = 2.700 \text{ MPa}$   
Računska posmična čvrstoća  $f_{v,d} = 1.296 \text{ MPa}$   
Površina poprečnog presjeka  $A = 154.84 \text{ cm}^2$   
Stvarni posmični napon(os 2)  $\tau_{2,d} = 0.295 \text{ MPa}$

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA  
9.  $\gamma = 0.86$

KONTROLA NORMALNIH NAPONA  
(slučaj opterećenja 9, na 283.2 cm od početka štapa)

$\tau_{2,d} \leq f_{v,d} (0.295 \leq 1.296)$   
Iskorištenje presjeka je 22.7%

Računska uzdužna sila  $N_{ed} = -8.092 \text{ kN}$   
Poprečna sila u pravcu osi 2  $V_{2ed} \approx 0.000 \text{ kN}$   
Moment savijanja oko osi 3  $M_{3ed} = -4.229 \text{ kNm}$

**KNDOKAZ STABILNOSTI ELEMENTA**  
(slučaj opterećenja 9, na 273.1 cm od početka štapa)

KONTROLA NAPONA - TLAK I SAVIJANJE  
Vrsta opterećenja: osnovno - stalno  
Korekcijski koeficijent  $K_{mod} = 0.600$   
Parcijalni koef. za svojstva gradiva  $\gamma_m = 1.250$   
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2  $K_{h,2} = 1.100$   
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3  $K_{h,3} = 1.100$

Računska uzdužna sila  $N_{ed} = -7.991 \text{ kN}$   
Poprečna sila u pravcu osi 2  $V_{2ed} \approx 0.000 \text{ kN}$   
Moment savijanja oko osi 3  $M_{3ed} = -4.229 \text{ kNm}$

Faktor oblika (za pravokutni presjek)  $k_m = 0.700$   
Karakteristična tlačna čvrstoća  $f_{c,0,k} = 24.000 \text{ MPa}$   
Računska tlačna čvrstoća  $f_{c,0,d} = 11.520 \text{ MPa}$   
Karakteristična čvrstoća na savijanje  $f_{m,k} = 24.000 \text{ MPa}$   
Računska čvrstoća na savijanje  $f_{m,d} = 12.672 \text{ MPa}$   
Relativna vitkost  $\lambda_{rel,2} = 0.316$   
Relativna vitkost  $\lambda_{rel,3} = 0.196$   
Normalni tlačni napon  $\sigma_{c,0,d} = 0.523 \text{ MPa}$   
Moment otpora  $W_3 = 407.75 \text{ cm}^3$   
Normalni napon savijanja oko osi 3  $\sigma_{m,3,d} = 10.372 \text{ MPa}$

**DOKAZ BOČNE STABILNOSTI**

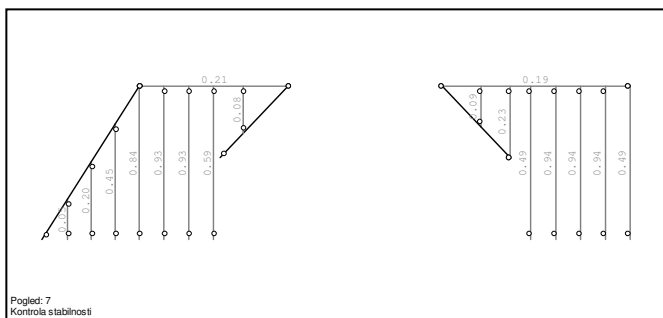
Vrsta opterećenja: osnovno - stalno  
Korekcijski koeficijent  $K_{mod} = 0.600$   
Parcijalni koef. za svojstva gradiva  $\gamma_m = 1.250$   
Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2  $l_{ef} = 556.37 \text{ cm}$   
 $E_{0.05} = 9400.0 \text{ MPa}$   
 $G_{0.05} = 480.00 \text{ MPa}$   
 $I_{tor} = 3016.0 \text{ cm}^4$   
 $I_2 = 1239.2 \text{ cm}^4$   
 $W_3 = 407.75 \text{ cm}^3$   
 $\sigma_{m,crit} = 56.869 \text{ MPa}$   
 $\lambda_{rel} = 0.650$   
 $k_{krit} = 1.000$   
 $\sigma_{m,3,d} = 10.372 \text{ MPa}$

$$\sigma_{m,3,d} \leq f_{m,d} (10.372 \leq 12.672)$$

Iskorištenje presjeka je 81.8%

$\sigma_{m,3,d} \leq k_{krit} \times f_{m,3,d} (10.372 \leq 12.672)$   
Iskorištenje presjeka je 81.8%

TLAK I SAVIJANJE - VELIKA VITKOST  
Početna imperfekcija  $\beta_c = 0.100$   
Koeficijent  $k_3 = 0.514$



Pogled: 7  
Kontrola stabilnosti

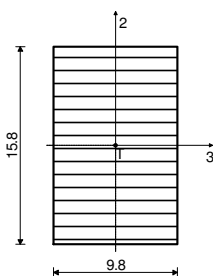
**ŠTAP 950-144**

Lijepljeno lamelirano drvo - GL24h  
u pravcu gornjeg ruba štapa  
Debljina lamele 2.00 cm  
Klasa uporabljivosti 2  
EUROCODE (EN 1995-1-1)

Koeficijent  $k_2 = 0.551$   
Koeficijent  $k_{c,3} = 1.011$   
Koeficijent  $k_{c,2} = 0.998$

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,2} \times f_{c,0,d})) + k_m \times (\sigma_{m3,d} / f_{m,d}) + \sigma_{m2,d} / f_{m,d} \leq 1 \quad (0.659 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 65.9%



[cm]

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,3} \times f_{c,0,d})) + \sigma_{m3,d} / f_{m,d} + k_m \times (\sigma_{m2,d} / f_{m,d}) \leq 1 \quad (0.931 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 93.1%

KONTROLA POSMIČNIH NAPONA  
(slučaj opterećenja 9, početak štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2  $V_{2ed} = -3.377 \text{ kN}$

KONTROLA NAPONA - POSMIK

Vrsta opterećenja: osnovno - stalno  
Korekcijski koeficijent  $K_{mod} = 0.600$   
Parcijalni koef. za svojstva gradiva  $\gamma_m = 1.250$   
Karakteristični posmični napon  $f_{v,k} = 2.700 \text{ MPa}$   
Računska posmična čvrstoća  $f_{v,d} = 1.296 \text{ MPa}$   
Površina poprečnog presjeka  $A = 154.84 \text{ cm}^2$   
Stvarni posmični napon(os 2)  $\tau_{2,d} = 0.327 \text{ MPa}$

$$\tau_{2,d} \leq f_{v,d} \quad (0.327 \leq 1.296)$$

Iskorištenje presjeka je 25.2%

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA  
9.  $\gamma = 0.93$

KONTROLA NORMALNIH NAPONA  
(slučaj opterećenja 9, na 283.2 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila  $N_{ed} = -4.093 \text{ kN}$   
Poprečna sila u pravcu osi 2  $V_{2ed} \approx 0.000 \text{ kN}$   
Moment savijanja oko osi 3  $M_{3ed} = -4.695 \text{ kNm}$

KNDOKAZ STABILNOSTI ELEMENTA  
(slučaj opterećenja 9, na 273.1 cm od početka štapa)

KONTROLA NAPONA - TLAK I SAVIJANJE  
Vrsta opterećenja: osnovno - stalno  
Korekcijski koeficijent  $K_{mod} = 0.600$   
Parcijalni koef. za svojstva gradiva  $\gamma_m = 1.250$   
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2  $K_{h,2} = 1.100$

Računska uzdužna sila  $N_{ed} = -3.981 \text{ kN}$   
Poprečna sila u pravcu osi 2  $V_{2ed} \approx 0.000 \text{ kN}$   
Moment savijanja oko osi 3  $M_{3ed} = -4.695 \text{ kNm}$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3  $K_{h,3} = 1.100$

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI  
Vrsta opterećenja: osnovno - stalno  
Korekcijski koeficijent  $K_{mod} = 0.600$   
Parcijalni koef. za svojstva gradiva  $\gamma_m = 1.250$   
Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2

Faktor oblika (za pravokutni presjek)  $k_m = 0.700$   
Karakteristična tlačna čvrstoća  $f_{c,0,k} = 24.000 \text{ MPa}$   
Računska tlačna čvrstoća  $f_{c,0,d} = 11.520 \text{ MPa}$   
Karakteristična čvrstoća na savijanje  $f_{m,k} = 24.000 \text{ MPa}$   
Računska čvrstoća na savijanje  $f_{m,d} = 12.672 \text{ MPa}$   
Relativna vitkost  $\lambda_{rel,2} = 0.316$   
Relativna vitkost  $\lambda_{rel,3} = 0.196$   
Normalni tlačni napon  $\sigma_{c,0,d} = 0.264 \text{ MPa}$   
Moment otpora  $W_3 = 407.75 \text{ cm}^3$   
Normalni napon savijanja oko osi 3  $\sigma_{m3,d} = 11.515 \text{ MPa}$

3% fraktil modula E paralelno  $E_{0.05} = 9400.0 \text{ MPa}$   
3% fraktil modula posmička G  $G_{0.05} = 480.00 \text{ MPa}$   
Torzijski moment inercije  $I_{tor} = 3016.0 \text{ cm}^4$   
Moment inercije  $I_2 = 1239.2 \text{ cm}^4$   
Moment otpora  $W_3 = 407.75 \text{ cm}^3$   
Kritični napon izvijanja  $\sigma_{m,crit} = 56.869 \text{ MPa}$   
Relativna vitkost za izvijanje  $\lambda_{rel} = 0.650$   
Koeficijent  $k_{krit} = 1.000$   
Normalni napon savijanja oko osi 3  $\sigma_{m3,d} = 11.515 \text{ MPa}$

$$\sigma_{m3,d} \leq f_{m,d} \quad (11.515 \leq 12.672)$$

Iskorištenje presjeka je 90.9%

$$\sigma_{m3,d} \leq k_{krit} \times f_{m,3,d} \quad (11.515 \leq 12.672)$$

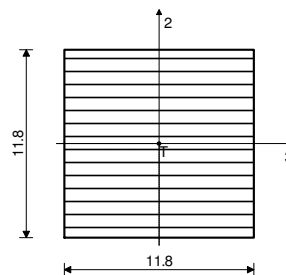
Iskorištenje presjeka je 90.9%

TLAK I SAVIJANJE - VELIKA VITKOST

Početna imperfekcija  $\beta_c = 0.100$   
Koeficijent  $k_3 = 0.514$

**ŠTAP 815-1860**

Lijepljeno lamelirano drvo - GL24h  
u pravcu gornjeg ruba štapa  
Debljina lamele 2.00 cm  
Klasa uporabljivosti 2  
EUROCODE (EN 1995-1-1)



[cm]

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA  
9.  $\gamma = 0.21$

KONTROLA NORMALNIH NAPONA  
(slučaj opterećenja 9, na 456.0 cm od početka štapa)

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

Ned = 6.475 kN  
V2ed ≈ 0.000 kN  
V3ed ≈ 0.000 kN  
M2ed ≈ 0.000 kNm  
M3ed ≈ -0.535 kNm

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI

Vrsta opterećenja: osnovno - stalno  
Korekcijski koeficijent  
Parcijalni koef. za svojstva gradiva  
Kritični napon izvijanja  
Relativna vitkost za izvijanje  
Normalni napon savijanja oko osi 3

Kmod = 0.600  
ym = 1.250  
Ief = 536.81 cm  
EO.05 = 9400.0 MPa  
G0.05 = 480.00 MPa  
Itor = 2730.7 cm4  
I2 = 1615.6 cm4  
W3 = 273.84 cm3  
om,crit = 95.352 MPa  
λrel = 0.502  
k\_krit = 1.000  
σm,3,d = 1.954 MPa

KONTROLA NAPONA - VLAK I SAVIJANJE  
Vrsta opterećenja: osnovno - stalno  
Korekcijski koeficijent  
Parcijalni koef. za svojstva gradiva  
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2

Kmod = 0.600  
ym = 1.250

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

Kh\_2 = 1.100

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3  
Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - vlak

Kh\_3 = 1.100  
Kh\_t = 1.100  
ft,0,k = 16.500 MPa  
ft,0,d = 8.712 MPa  
km = 0.700  
fm,k = 24.000 MPa  
fm,d = 12.672 MPa  
σt,0,d = 0.465 MPa  
W3 = 273.84 cm3  
σm,3,d = 1.954 MPa

**σm,3,d ≤ k\_krit x fm,3,d (1.954 ≤ 12.672)**

Karakteristična vlačna čvrstoća  
Računska vlačna čvrstoća  
Faktor oblika (za pravokutni presjek)  
Karakteristična čvrstoća na savijanje  
Računska čvrstoća na savijanje  
Normalni vlačni napon  
Moment otpora  
Normalni napon savijanja oko osi 3

Iskorištenje presjeka je 15.4%

KONTROLA POSMIČNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 9, kraj štapa)  
Poprečna sila u pravcu osi 2  
Poprečna sila u pravcu osi 3

V2ed = 1.271 kN  
V3ed ≈ 0.000 kN

**σm,3,d ≤ fm,d (1.954 ≤ 12.672)**

Iskorištenje presjeka je 15.4%

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

(0.161 ≤ 1)

Iskorištenje presjeka je 16.1%

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

(0.208 ≤ 1)

Iskorištenje presjeka je 20.8%

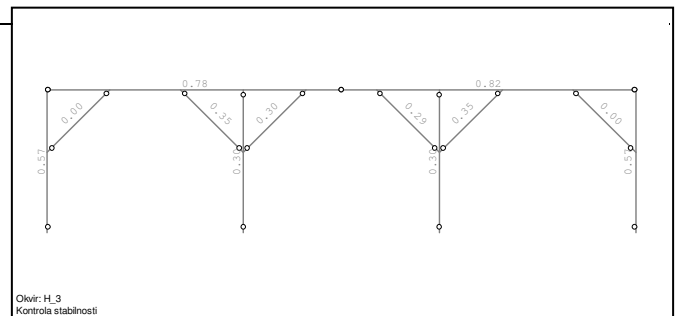
KONTROLA NAPONA - POSMIK

Vrsta opterećenja: osnovno - stalno  
Korekcijski koeficijent  
Parcijalni koef. za svojstva gradiva  
Karakteristični posmični napon  
Računska posmična čvrstoća  
Površina poprečnog presjeka  
Stvarni posmični napon(os 2)

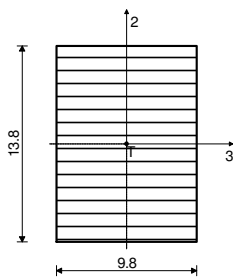
Kmod = 0.600  
ym = 1.250  
fv,k = 2.700 MPa  
fv,d = 1.296 MPa  
A = 139.24 cm2  
τ2,d = 0.137 MPa

**τ2,d ≤ fv,d (0.137 ≤ 1.296)**

Iskorištenje presjeka je 10.6%



**ŠTAP 3693-4421**  
Lijepljeno lamelirano drvo - GL24h  
u pravcu gornjeg ruba štapa  
Debljina lamele 2.00 cm  
Klasa uporabljivosti 2  
EUROCODE (EN 1995-1-1)



Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - vlak

Kh\_2 = 1.100  
Kh\_3 = 1.100

Karakteristična vlačna čvrstoća  
Računska vlačna čvrstoća  
Faktor oblika (za pravokutni presjek)  
Karakteristična čvrstoća na savijanje  
Računska čvrstoća na savijanje  
Normalni vlačni napon  
Moment otpora  
Normalni napon savijanja oko osi 2

Kh\_t = 1.100  
ft,0,k = 16.500 MPa  
ft,0,d = 8.712 MPa  
km = 0.700  
fm,k = 24.000 MPa  
fm,d = 12.672 MPa  
σt,0,d = 0.082 MPa  
W2 = 220.89 cm3  
σm,2,d = 3.308 MPa

**σm,2,d ≤ fm,d (3.308 ≤ 12.672)**

Iskorištenje presjeka je 26.1%

Moment otpora  
Normalni napon savijanja oko osi 3

W3 = 311.05 cm3  
σm,3,d = 7.404 MPa

**σm,3,d ≤ fm,d (7.404 ≤ 12.672)**

Iskorištenje presjeka je 58.4%

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA  
9. γ=0.81

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

(0.680 ≤ 1)

KONTROLA NORMALNIH NAPONA  
(slučaj opterećenja 9, na 390.6 cm od početka štapa)

Iskorištenje presjeka je 68.0%

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

Ned = 1.115 kN  
V2ed = 2.922 kN  
V3ed = -0.936 kN  
M1ed = -0.352 kNm  
M2ed = -0.731 kNm  
M3ed = -2.303 kNm

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

(0.777 ≤ 1)

Iskorištenje presjeka je 77.7%

KONTROLA NAPONA - VLAK I SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: osnovno - stalno  
Korekcijski koeficijent  
Parcijalni koef. za svojstva gradiva

Kmod = 0.600  
ym = 1.250

KONTROLA POSMIČNIH NAPONA  
(slučaj opterećenja 9, kraj štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2	V2ed =	2.975 kN	
Poprečna sila u pravcu osi 3	V3ed =	-0.936 kN	(1) + (2) + (3)2 <= 1 (0.816 <= 1)
Moment torzije	M1ed =	-0.352 kNm	iskorištenje presjeka je 81.6%

**KONTROLA NAPONA - POSMIK**

Vrsta opterećenja: osnovno - stalno

Korekcijski koeficijent

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

Karakteristični posmični napon

Računska posmična čvrstoća

Površina poprečnog presjeka

Stvarni posmični napon(os 2)

Stvarni posmični napon(os 3)

Superpozicija utjecaja od poprečne sile

(2)

(3)

Kmod = 0.600

ym = 1.250

fv,k = 2.700 MPa

fv,d = 1.296 MPa

A = 135.24 cm<sup>2</sup>

τ<sub>2,d</sub> = 0.330 MPa

τ<sub>3,d</sub> = 0.104 MPa

τ<sub>2,d</sub> / fv,d = 0.255

τ<sub>3,d</sub> / fv,d = 0.080

**DOKAZ STABILNOSTI ELEMENTA**

(slučaj opterećenja 9, na 390.6 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila

Poprečna sila u pravcu osi 2

Poprečna sila u pravcu osi 3

Moment torzije

Moment savijanja oko osi 2

Moment savijanja oko osi 3

Ned = 1.103 kN

V2ed = -1.915 kN

V3ed = 0.288 kN

M1ed = -0.045 kNm

M2ed = -0.713 kNm

M3ed = -2.314 kNm

(2)2 + (3)2 <= 1 (0.085 <= 1)

Iskorištenje presjeka je 8.5%

**KONTROLA NAPONA - TORZIJA**

Karakteristična posmična čvrstoća

Računska posmična čvrstoća

Koeficijent

Torzijski moment otpora

Stvarni posmični napon

fv,k = 2.700 MPa

fv,d = 1.296 MPa

kshape = 1.211

Wt = 301.29 cm<sup>3</sup>

rtor,d = 1.169 MPa

rtor,d <= kshape x fv,d (1.169 <= 1.570)

Iskorištenje presjeka je 74.5%

**DOKAZ BOČNE STABILNOSTI**

Vrsta opterećenja: osnovno - stalno

Korekcijski koeficijent

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2

Kmod = 0.600

ym = 1.250

lef = 468.67 cm

E0.05 = 9400.0 MPa

G0.05 = 480.00 MPa

I<sub>tor</sub> = 2415.8 cm<sup>4</sup>

I<sub>2</sub> = 1082.4 cm<sup>4</sup>

W<sub>3</sub> = 311.05 cm<sup>3</sup>

σ<sub>m,crit</sub> = 74.022 MPa

λ<sub>rel</sub> = 0.569

k<sub>krit</sub> = 1.000

σ<sub>m,3,d</sub> = 7.439 MPa

σ<sub>m,3,d</sub> <= k<sub>krit</sub> x fm,3,d (7.439 <= 12.672)

Iskorištenje presjeka je 58.7%

Superpozicija utjecaja od poprečne sile i momenta torzije

(1)

(2)

(3)

rtor,d/(kshape x fv,d) = 0.745

τ<sub>2,d</sub> / fv,d = 0.255

τ<sub>3,d</sub> / fv,d = 0.080

**ŠTAP 3794-4155**

Lijepljeno lamelirano drvo - GL24h

u pravcu gornjeg ruba štapa

Debljina lamele 2.00 cm

Klasa uporabljivosti 2

EUROCODE (EN 1995-1-1)

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3

Faktor oblika (za pravokutni presjek)

Karakteristična tlačna čvrstoća

Računska tlačna čvrstoća

Karakteristična čvrstoća na savijanje

Računska čvrstoća na savijanje

Relativna vitkost

Relativna vitkost

Normalni tlačni napon

TLAK I SAVIJANJE - MALA VITKOST

Kh<sub>3</sub> = 1.100

km = 0.700

fc,0,k = 24.000 MPa

fc,0,d = 11.520 MPa

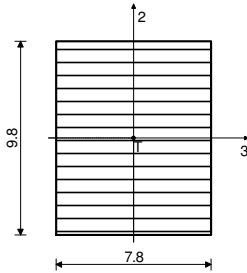
fm,k = 24.000 MPa

fm,d = 12.672 MPa

λ<sub>rel,2</sub> = 0.101

λ<sub>rel,3</sub> = 0.080

σ<sub>c,0,d</sub> = 2.075 MPa



(σ<sub>c,0,d</sub> / fc,0,d)<sup>2</sup> + km x (σ<sub>m,3,d</sub> / fm,d) + σ<sub>m,2,d</sub> / fm,d <= 1  
(0.032 <= 1)

Iskorištenje presjeka je 3.2%

(σ<sub>c,0,d</sub> / fc,0,d)<sup>2</sup> + σ<sub>m,3,d</sub> / fm,d + km x (σ<sub>m,2,d</sub> / fm,d) <= 1  
(0.032 <= 1)

Iskorištenje presjeka je 3.2%

**FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA**

9. γ=0.35

**KONTROLA NORMALNIH I POSMIČNIH NAPONA**

(slučaj opterećenja 9, početak štapa)

Računska uzdužna sila

Poprečna sila u pravcu osi 2

Moment torzije

Ned = -15.863 kN

V2ed ≈ 0.000 kN

M1ed = 0.071 kNm

Računska posmična čvrstoća

Koeficijent

Torzijski moment otpora

Stvarni posmični napon

Kmod = 0.600

ym = 1.250

fv,k = 2.700 MPa

fv,d = 1.296 MPa

A = 76.440 cm<sup>2</sup>

fv,k = 2.700 MPa

fv,d = 1.296 MPa

kshape = 1.188

Wt = 131.92 cm<sup>3</sup>

rtor,d = 0.537 MPa

rtor,d <= kshape x fv,d (0.537 <= 1.540)

Iskorištenje presjeka je 34.8%

**KONTROLA NAPONA - TLAK**

Vrsta opterećenja: osnovno - stalno

Korekcijski koeficijent

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2

Kmod = 0.600

ym = 1.250

Kh<sub>2</sub> = 1.100

**ŠTAP 2535-2004**

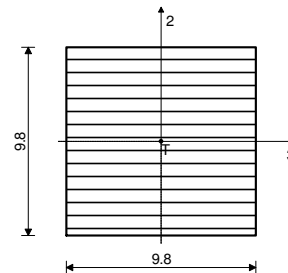
Lijepljeno lamelirano drvo - GL24h

u pravcu gornjeg ruba štapa

Debljina lamele 2.00 cm

Klasa uporabljivosti 2

EUROCODE (EN 1995-1-1)



**FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA**

9. γ=0.57

KONTROLA NORMALNIH NAPONA (slučaj opterećenja 9, na 100.0 cm od početka štapa)		KONTROLA NAPONA - POSMIK Vrsta opterećenja: osnovno - stalno Korekcijski koeficijent Parcijalni koef. za svojstva gradiva Karakteristični posmični napon Računska posmična čvrstoća Npr. površina poprečnog presjeka Stvarni posmični napon(os 2)		Kmod = 0.600 ym = 1.250 fv,k = 2.700 MPa fv,d = 1.296 MPa A = 96.040 cm <sup>2</sup> t <sub>2,d</sub> = 0.175 MPa
Računska uzdužna sila Poprečna sila u pravcu osi 2 Moment savijanja oko osi 3	Ned = -6.648 kN V2ed = 0.873 kN M3ed = -1.122 kNm			
KONTROLA NAPONA - TLAK I SAVIJANJE Vrsta opterećenja: osnovno - stalno Korekcijski koeficijent Parcijalni koef. za svojstva gradiva Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2 Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3		Kmod = 0.600 ym = 1.250 Kh_2 = 1.100 Kh_3 = 1.100 km = 0.700 fc,0,k = 24.000 MPa fc,0,d = 11.520 MPa fm,k = 24.000 MPa fm,d = 12.672 MPa λ <sub>rel,2</sub> = 0.130 λ <sub>rel,3</sub> = 0.130 σ <sub>c,0,d</sub> = 0.692 MPa W3 = 156.87 cm <sup>3</sup> σ <sub>m,3,d</sub> = 7.152 MPa	Iskorištenje presjeka je 13.5% DOKAZ STABILNOSTI ELEMENTA (slučaj opterećenja 9, na 100.0 cm od početka štapa) Računska uzdužna sila Poprečna sila u pravcu osi 2 Moment savijanja oko osi 3 DOKAZ BOČNE STABILNOSTI Vrsta opterećenja: osnovno - stalno Korekcijski koeficijent Parcijalni koef. za svojstva gradiva Bazmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2 5% fraktil modula E paralelno vlaknima 5% fraktil modula posmika G Torzijski momenat inercije Moment inercije Moment otpora Kritični napon izvijanja Relativna vitkost za izvijanje Koeficijent Normalni napon savijanja oko osi 3	t <sub>2,d</sub> <= fv,d (0.175 <= 1.296) Ned = -4.626 kN V2ed = -1.122 kN M3ed = -1.122 kNm Kmod = 0.600 ym = 1.250 I <sub>ef</sub> = 228.55 cm <sup>4</sup> E0.05 = 9400.0 MPa G0.05 = 480.00 MPa I <sub>tor</sub> = 1299.1 cm <sup>4</sup> I <sub>2</sub> = 768.64 cm <sup>4</sup> W <sub>3</sub> = 156.87 cm <sup>3</sup> σ <sub>m,crit</sub> = 186.00 MPa λ <sub>rel</sub> = 0.359 k <sub>krit</sub> = 1.000 σ <sub>m,3,d</sub> = 7.152 MPa
	σ <sub>m,3,d</sub> <= fm,d (7.152 <= 12.672)			
Iskorištenje presjeka je 56.4%				
TLAK I SAVIJANJE - MALA VITKOST $(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + k_m \times (\sigma_{m,3,d} / f_{m,d}) + \sigma_{m,2,d} / f_{m,d} <= 1$ (0.399 <= 1)				
Iskorištenje presjeka je 39.9%				
	$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,3,d} / f_{m,d} + k_m \times (\sigma_{m,2,d} / f_{m,d}) <= 1$ (0.568 <= 1)			Iskorištenje presjeka je 56.4%
Iskorištenje presjeka je 56.8%				
KONTROLA POSMIČNIH NAPONA (slučaj opterećenja 9, početak štapa)		V2ed = -1.122 kN		

#### 4.1.3.2 Zaštita čeličnih elemenata krovišta



Zaštita čeličnih elemenata provodi se nanošanjem protupožarnog intumescentnog premaza na bazi vode PROMAPAIN-SC3 ili jednokomponentnim protupožarnim intumescentnim premazom na bazi vode PROMAPAIN-SC4 karakteristika navedenih u nastavku. Zaštitne premaze drugih proizvođača dopušteno je koristiti samo uz prethodno odobrenje projektanta konstrukcije. Za odobrenje drugih proizvoda projektantu je potrebno dostaviti tehničke listove proizvoda.

##### **PROMAPAIN-SC3**

Konzistencija:	tekućina
Gustoća:	1350 kg/m <sup>3</sup> ± 200 kg/m <sup>3</sup>
Sadržaj čvrste tvari:	71% ± 3%
Ekspanzijski omjer:	~ 1:15
Viskozitet:	~ 30 Pas pri 20°C
Temperatura primjene:	+10°C do +35°C
Temperatura skladištenja:	+5°C do +40°C
HOC (VOC) - sadržaj:	< 10 g/l
Razrjeđivanje:	voda - max. 5%
Kategorija uporabe: (prema ETAG 018-2 upotrebljen kao EAD)	bez zaštitnog premaza: tip Z <sub>2</sub> s odgovarajućim zaštitnim premazom: tip X, Y i Z <sub>1</sub>


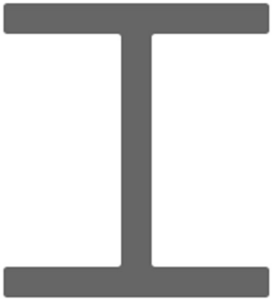
##### **PROMAPAIN-SC4**

Konzistencija:	tekućina
Gustoća:	1300 kg/m <sup>3</sup> ± 50 kg/m <sup>3</sup>
Sadržaj čvrste tvari:	68% ± 2%
Ekspanzijski omjer:	visoka ekspanzija
Viskozitet:	~ 30 Pas pri 20°C
Temperatura primjene:	+10°C do +35°C
Temperatura skladištenja:	+5°C do +40°C
HOC (VOC) - sadržaj:	< 2,2 g/l
Razrjeđivanje:	voda - max. 5%
Kategorija uporabe: (prema ETAG 018-2 upotrebljen kao EAD)	bez zaštitnog premaza: tip Z <sub>2</sub> s odgovarajućim zaštitnim premazom: tip X, Y i Z <sub>1</sub>

Dodaj novi proračun	Profil
<b>Proizvodi:</b> PROMAPAIN®-SC3 <b>Klasa otpornosti na požar:</b> 30 <b>Profil:</b> HE..A <b>Tip profila:</b> 120 <b>Koliko strana profila treba zaštititi od požara:</b> Vrh, Desno, Dno, Lijevo <b>Primjena:</b> Greda <b>Temperatura čelika:</b> 550°C <b>Faktor presjeka profila:</b> 267 <b>Debljina (mm):</b> 1,951 DFT <b>Debljina (mm) (teoretski):</b> 2,748 WFT <b>Potvrda:</b> EN 13381-8 - ETA 20/1258	
<b>Proizvodi:</b> PROMAPAIN®-SC4 <b>Klasa otpornosti na požar:</b> 30 <b>Profil:</b> HE..A <b>Tip profila:</b> 120 <b>Koliko strana profila treba zaštititi od požara:</b> Vrh, Desno, Dno, Lijevo <b>Primjena:</b> Greda <b>Temperatura čelika:</b> 550°C <b>Faktor presjeka profila:</b> 267 <b>Debljina (mm):</b> 0,278 DFT <b>Debljina (mm) (teoretski):</b> 0,428 WFT <b>Potvrda:</b> EN 13381-8 - ETA 13/0198	



Sukladno proračunu čelične profile HEA120 potrebno je zaštititi premazom PROMAPAIN-SC3 debljine suhog filma 1,951 mm, odnosno debljine mokrog filma 2,748 mm. Ukoliko je odabran premaz PROMAPAIN-SC4, na čelične elemente je potrebno nanijeti sloj suhog filma debljine 0,278 mm, odnosno debljine mokrog filma 0,428 mm.

Dodaj novi proračun	Profil
<p>Proizvodi: PROMAPAIN-SC3 Klasa otpornosti na požar: 30 Profil: HE..A Tip profila: 160 Koliko strana profila treba zaštititi od požara: Vrh, Desno, Dno, Lijeva Primjena: Greda Temperatura čelika: 550°C Faktor presjeka profila: 234 Debljina (mm): 1,951 DFT Debljina (mm) (teoretski): 2,748 WFT Potvrda: EN 13381-8 - ETA 20/1258</p>	
<p>Proizvodi: PROMAPAIN-SC4 Klasa otpornosti na požar: 30 Profil: HE..A Tip profila: 160 Koliko strana profila treba zaštititi od požara: Vrh, Desno, Dno, Lijeva Primjena: Greda Temperatura čelika: 550°C Faktor presjeka profila: 234 Debljina (mm): 0,246 DFT Debljina (mm) (teoretski): 0,378 WFT Potvrda: EN 13381-8 - ETA 13/0198</p>	

Čelične profile HEA160 potrebno je zaštititi premazom PROMAPAIN-SC3 debljine suhog filma 1,951 mm, odnosno debljine mokrog filma 2,748 mm. Ukoliko je odabran premaz PROMAPAIN-SC4, na čelične elemente je potrebno nanijeti sloj suhog filma debljine 0,246 mm, odnosno debljine mokrog filma 0,378 mm.

Premaze za zaštitu od požara mogu nanostiti samo obučeni radnici. Površina elemenata mora biti očišćena od masti, ulja, hrđe ili ostalih nečistoća koje mogu onemogućiti prijanjanje premaza na podlogu. Premazi se mogu nanositi valjkom, kistom ili prskanjem „airless“ strojem. Maksimalna debljina suhog filma (DFT) pojedinog sloja treba biti približno 700 µm. Kod korištenja valjka ili kista maksimalna debljina suhog filma primijenjena u jednom sloju treba biti približno 350 µm.

PROMAPAIN-SC3 i PROMAPAIN-SC4 su tehnički premazi, nije dozvoljeno miješanje s konvencionalnim bojama. Pojedini slojevi moraju se pažljivo nanositi (provjerite usklađenost s potrebnom debljinom slojeva). Mogu se koristiti samo ispitani i odobreni predpremazi i završni slojevi.

## 4.1.4 Proračun elemenata krovišta u ravninskom modelu

### 4.1.4.1 Četverostrežno krovište

#### Osnovni podaci o modelu

Datoteka: Četverostrežno krovište\_2D model.twp  
Datum proračuna: 5.5.2023

Način proračuna: 2D model (Yp, Zp, Xr)

- Teorija I-og reda       Modalna analiza       Stabilnost  
 Teorija II-og reda       Seizmički proračun       Faze građenja  
 Nelinearni proračun

#### Veličina modela

Broj čvorova: 67  
Broj pločastih elemenata: 0  
Broj grečnih elemenata: 66  
Broj graničnih elemenata: 6  
Broj osnovnih slučajeva opterećenja: 8  
Broj kombinacija opterećenja: 13

#### Jedinice mjera

Dužina: m [cm,mm]  
Sila: kN  
Temperatura: Celsius

#### Ulazni podaci - Konstrukcija

##### Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m <sup>2</sup> ]	μ	γ[kN/m <sup>3</sup> ]	αt[1/C]	Em[kN/m <sup>2</sup> ]	μm
1	Drvo-Četinari-Lamelirani	1.100e+7	0.20	5.00	1.000e-5	1.100e+7	0.20

##### Setovi greda

Set: 5 Presjek: b/d=12/16, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Drvo-Četinari...	1.920e-2	1.600e-2	1.600e-2	4.976e-5	2.304e-5	4.096e-5

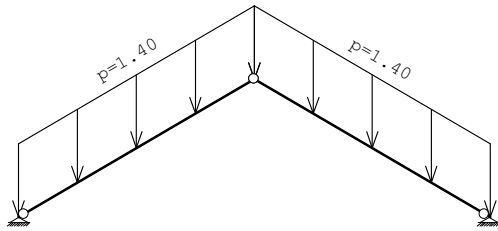
[cm]

#### Ulazni podaci - Opterećenje

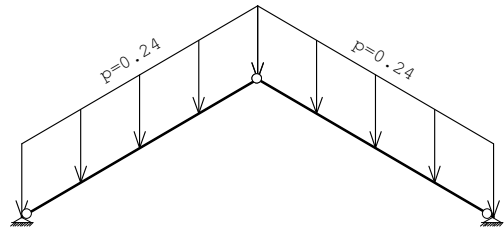
##### Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv
1	Vlastita težina (g)
2	Dodatno stalno
3	Uporabno
4	Snijeg1
5	Snijeg2
6	Vjetar 0°cpi-
7	Vjetar 0°cpi+
8	Vjetar 90°cpi-
9	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.75xIV+0.9xVI
10	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.75xIV+0.9xVIII
11	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.75xV+0.9xVI
12	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.75xV+0.9xVIII
13	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.05xIII+1.5xIV+0.9xVI
14	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.05xIII+1.5xIV+0.9xVI
15	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.05xIII+0.75xIV+1.5xVI
16	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.05xIII+0.75xV+1.5xVI
17	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.05xIII+1.5xIV+0.9xVIII
18	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.05xIII+1.5xIV+0.9xVIII
19	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.05xIII+0.75xIV+1.5xVIII
20	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.05xIII+0.75xV+1.5xVIII
21	Komb.: I+II+1.5xVII

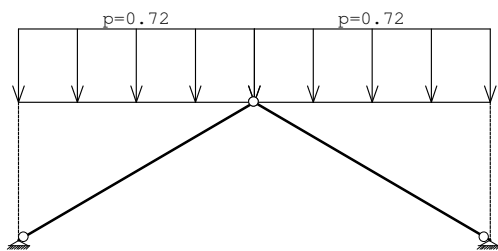
Opt. 2: Dodatno stalno



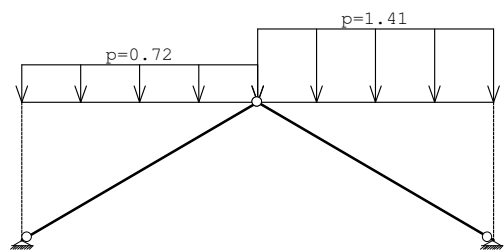
Opt. 3: Uporabno



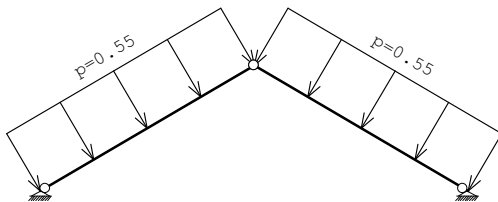
Opt. 4: Snijeg1



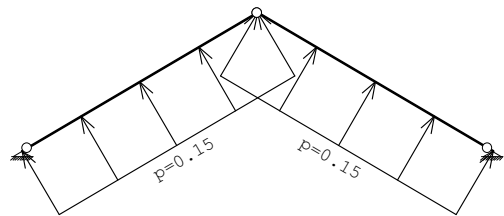
Opt. 5: Snijeg2



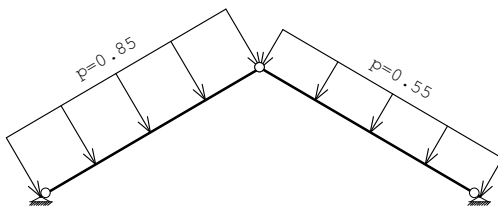
Opt. 6: Vjetar 0°cpi-



Opt. 7: Vjetar 0°cpi+



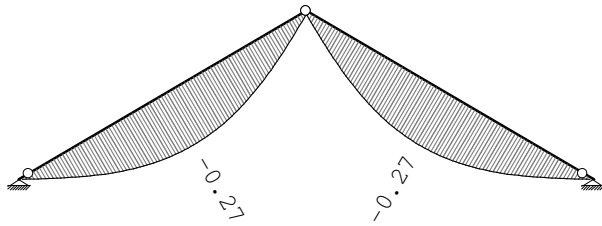
Opt. 8: Vjetar 90°cpi-



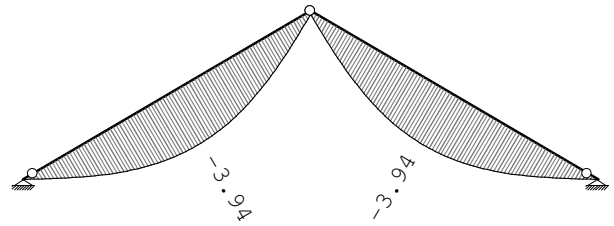
**Statički proračun**

Opt. 1: Vlastita težina (g)

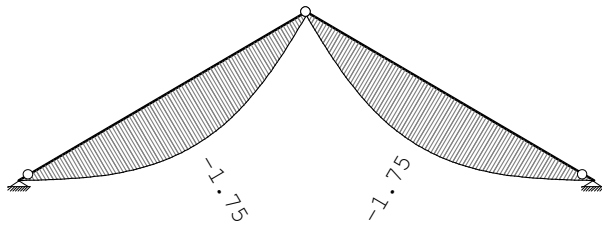
Opt. 2: Dodatno stalno



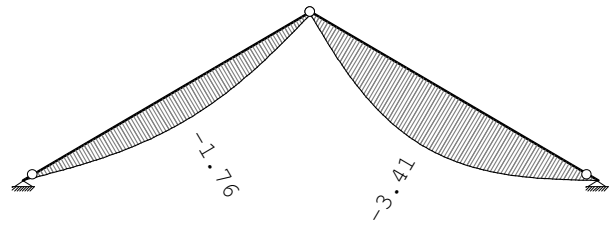
Utjecaji u gredi: max  $Z_p = -0.00$  / min  $Z_p = -0.27$  m / 1000  
Opt. 4: Snijeg1



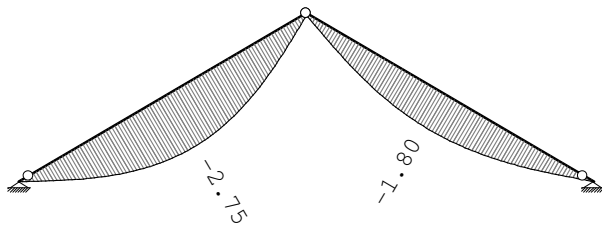
Utjecaji u gredi: max  $Z_p = -0.00$  / min  $Z_p = -3.94$  m / 1000  
Opt. 5: Snijeg2



Utjecaji u gredi: max  $Z_p = -0.00$  / min  $Z_p = -1.75$  m / 1000  
Opt. 8: Vjetar 90°cpi-

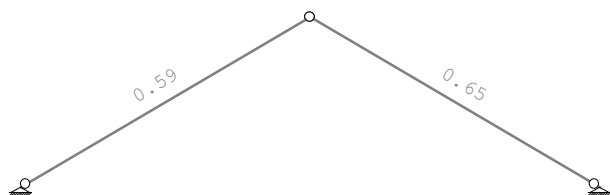


Utjecaji u gredi: max  $Z_p = -0.00$  / min  $Z_p = -3.41$  m / 1000



Utjecaji u gredi: max  $Z_p = -0.00$  / min  $Z_p = -2.75$  m / 1000

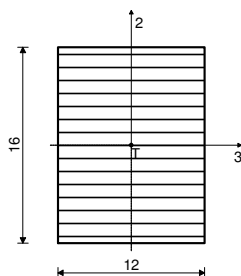
### Dimenzioniranje (drvo)



#### Kontrola stabilnosti

##### ŠTAP 34-67

Lijepljeno lamelirano drvo - GL24h  
u pravcu gornjeg ruba štapa  
Debljina lamele 2.00 cm  
Klasa uporabljivosti 2  
EUROCODE (EN 1995-1-1)



[cm]

#### FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

18. $\gamma=0.65$	14. $\gamma=0.65$	20. $\gamma=0.58$
16. $\gamma=0.58$	12. $\gamma=0.54$	11. $\gamma=0.54$
17. $\gamma=0.53$	13. $\gamma=0.53$	19. $\gamma=0.52$
15. $\gamma=0.52$	10. $\gamma=0.48$	9. $\gamma=0.48$
21. $\gamma=0.17$		

#### KONTROLA NORMALNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 18, na 173.2 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Ned =	-14.173 kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	V2ed =	0.205 kN
Moment savijanja oko osi 3	M3ed =	-5.688 kNm

#### KONTROLA NAPONA - TLAK I SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: osnovno - kratkotrajno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.900

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

$\gamma_m = 1.250$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2

Kh\_2 = 1.100

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3

Kh\_3 = 1.100

Faktor oblika (za pravokutni presjek)

km = 0.700

Karakteristična tlačna čvrstoća

fc,0,k = 24.000 MPa

Računska tlačna čvrstoća

fc,0,d = 17.280 MPa

Karakteristična čvrstoća na savijanje

fm,k = 24.000 MPa

Računska čvrstoća na savijanje

fm,d = 19.008 MPa

Relativna vitkost

$\lambda_{rel,2} = 1.561$

Relativna vitkost

$\lambda_{rel,3} = 1.171$

Normalni tlačni napon

$\sigma_{c,0,d} = 0.738$  MPa

Moment otpora

W3 = 512.00 cm<sup>3</sup>

Normalni napon savijanja oko osi 3

$\sigma_{m3,d} = 11.109$  MPa

$$\sigma_{m3,d} \leq f_{m,d} \quad (11.109 \leq 19.008)$$

Iskorištenje presjeka je 58.4%

#### TLAK I SAVIJANJE - VELIKA VITKOST

Početna imperfekcija

$\beta_c = 0.100$

Koeficijent

k3 = 1.229

Koeficijent

k2 = 1.781

Koeficijent

kc,3 = 0.624

Koeficijent

kc,2 = 0.379

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,2} \times f_{c,0,d})) + k_m \times (\sigma_{m3,d} / f_{m,d}) + \sigma_{m2,d} / f_{m,d} \leq 1 \quad (0.522 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 52.2%

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,3} \times f_{c,0,d})) + \sigma_{m3,d} / f_{m,d} + km \times (\sigma_{m2,d} / f_{m,d}) \leq 1 \quad (0.653 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 65.3%

**KONTROLA POSMIČNIH NAPONA**  
(slučaj opterećenja 14, početak štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2 V2ed = -6.775 kN

**KONTROLA NAPONA - POSMIK**

Vrsta opterećenja: osnovno - kratkotrajno  
Korekcijski koeficijent Kmod = 0.900  
Parcijalni koef. za svojstva gradiva ym = 1.250  
Karakteristični posmični napon fv,k = 2.700 MPa  
Računska posmična čvrstoća fv,d = 1.944 MPa  
Površina poprečnog presjeka A = 192.00 cm<sup>2</sup>  
Stvarni posmični napon(os 2) τ2,d = 0.529 MPa

$$\tau_{2,d} \leq f_{v,d} \quad (0.529 \leq 1.944)$$

Iskorištenje presjeka je 27.2%

**DOKAZ STABILNOSTI ELEMENTA**  
(slučaj opterećenja 14, na 163.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila Ned = -13.449 kN  
Poprečna sila u pravcu osi 2 V2ed = -0.205 kN  
Moment savijanja oko osi 3 M3ed = -5.688 kNm

**DOKAZ BOČNE STABILNOSTI**

Vrsta opterećenja: osnovno - kratkotrajno  
Korekcijski koeficijent Kmod = 0.900  
Parcijalni koef. za svojstva gradiva ym = 1.250  
Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2 lef = 336.15 cm  
5% fraktil modula E paralelno E0.05 = 9400.0 MPa  
vlaknima  
5% fraktil modula posmika G G0.05 = 480.00 MPa  
Torzijski momenat inercije I<sub>tor</sub> = 4948.2 cm<sup>4</sup>  
Moment inercije I<sub>2</sub> = 2304.0 cm<sup>4</sup>  
Moment otpora W<sub>3</sub> = 512.00 cm<sup>3</sup>  
Kritični napon izvijanja σ<sub>m,crit</sub> = 130.92 MPa  
Relativna vitkost za izvijanje λ<sub>rel</sub> = 0.428  
Koeficijent k<sub>krit</sub> = 1.000  
Normalni napon savijanja oko osi 3 σ<sub>m3,d</sub> = 11.109 MPa

$$\sigma_{m,3,d} \leq k_{krit} \times f_{m,3,d} \quad (11.109 \leq 19.008)$$

Iskorištenje presjeka je 58.4%

**PROVJERA PROGIBA ROGA**

Provjera progiba prema EC5 dio 4.1 i 4.3

Početni progib $u_0$ [mm] =	0	KTO		
		1=stalno	2=dugotrajno	
Progib	$u_k$ mm	3=srednjetrojno	$\psi_1$	$k_{def}$
od stalnog opterećenja		4=kratkotrajno		
od stalnog $u_g$ ( $G_k$ )	<b>4,2</b>	<b>1</b>	<b>0,8</b>	<b>0,80</b>
od promjenjivog opterećenja				
od snijega $u_s$ ( $Q_{1,k}$ )	<b>3,4</b>	<b>2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,50</b>
od vjetra $u_{w1}$ ( $Q_{2,k}$ )	<b>2,8</b>	<b>3</b>	<b>0,5</b>	<b>0,25</b>
$u_{k,ges}$ =	<b>10,4</b>			
Raspon $u_m$ =	<b>4,05</b>			
Konzola (0 = ne, 1 = da) =	<b>0</b>			
			<b>KV = 2</b>	
			$u \leq 12\%$	1
			$12\% < u \leq 20\%$	2
			$20\% \leq u$	3

**Rezultati:**

$u_{2,inst}$ [mm] =	<b>4,8</b>	<	<b>13,5</b>	= l/300
$u_{2,fin}$ [mm] =	<b>6,8</b>	<	<b>20,3</b>	= l/200
$u_{net,fin}$ [mm] =	<b>14,4</b>	<	<b>20,3</b>	= l/200

**Pojedinačni rezultati:**

Kombinacija opterećenja	Izrazi za kombinacije stalnih opterećenja	$u_{1,inst}$	$u_{net,inst}$ mm	$u_{2,fin}$ mm	$u_{net,fin}$ mm
		$u_{2,inst}$			
LFK '0'	$G_k$	4,2	4,2	-	<b>7,6</b>
LFK '1a'	$G_k + Q_{1,k}$	3,4	7,6	5,1	12,7
LFK '1b'	$G_k + Q_{2,k}$	2,8	7,0	3,4	11,0
LFK '1c'	$G_k + Q_{3,k}$	-	-	-	-
LFK '2a'	$G_k + Q_{1,k} + \psi_1 \cdot Q_{2,k}$	4,8	9,0	6,8	14,4
LFK '2b'	$G_k + \psi_1 \cdot Q_{1,k} + Q_{2,k}$	3,4	7,6	4,5	12,0
LFK '2c'	$G_k + Q_{1,k} + \psi_1 \cdot Q_{3,k}$	-	-	-	-
LFK '2d'	$G_k + \psi_1 \cdot Q_{1,k} + Q_{3,k}$	-	-	-	-
LFK '2e'	$G_k + Q_{2,k} + \psi_1 \cdot Q_{3,k}$	-	-	-	-
LFK '2f'	$G_k + \psi_1 \cdot Q_{2,k} + Q_{3,k}$	-	-	-	-
LFK '3a'	$G_k + Q_{1,k} + \psi_1 \cdot Q_{2,k} + \psi_1 \cdot Q_3$	-	-	-	-
LFK '3b'	$G_k + \psi_1 \cdot Q_{1,k} + Q_{2,k} + \psi_1 \cdot Q_3$	-	-	-	-
LFK '3c'	$G_k + \psi_1 \cdot Q_{1,k} + \psi_1 \cdot Q_{2,k} + Q_3$	-	-	-	-
	$\max u$ [mm] =	<b>4,8</b>	9,0	<b>6,8</b>	<b>14,4</b>
	od	LFK '2a'	LFK '2a'	LFK '2a'	LFK '2a'

## 4.1.5 Dvostrešno krovšte

### Osnovni podaci o modelu

Datoteka: Dvostrešno krovšte\_2D model.twp  
Datum proračuna: 11.5.2023

Način proračuna: 2D model (Yp, Zp, Xr)

- Teorija I-og reda       Modalna analiza       Stabilnost  
 Teorija II-og reda       Seizmički proračun       Faze građenja  
 Nelinearni proračun

#### Veličina modela

Broj čvorova: 79  
Broj pločastih elemenata: 0  
Broj grečnih elemenata: 78  
Broj graničnih elemenata: 6  
Broj osnovnih slučajeva opterećenja: 8  
Broj kombinacija opterećenja: 13

#### Jedinice mjera

Dužina: m [cm,mm]  
Sila: kN  
Temperatura: Celsius

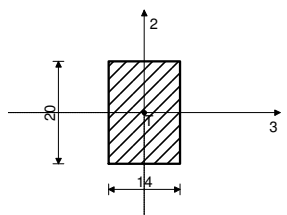
### Ulazni podaci - Konstrukcija

#### Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m <sup>2</sup> ]	μ	γ[kN/m <sup>3</sup> ]	αt[1/C]	Em[kN/m <sup>2</sup> ]	μm
1	Drvo-Četinari-Lamelirani	1.100e+7	0.20	5.00	1.000e-5	1.100e+7	0.20

#### Setovi greda

Set: 1 Presjek: b/d=14/20, Fiktivna ekscentričnost

	Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1 - Drvo-Četinari...	2.800e-2	2.333e-2	2.333e-2	1.039e-4	4.573e-5	9.333e-5

[cm]

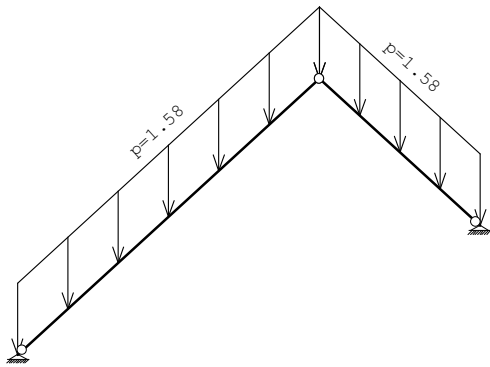
### Ulazni podaci - Opterećenje

#### Lista slučajeva opterećenja

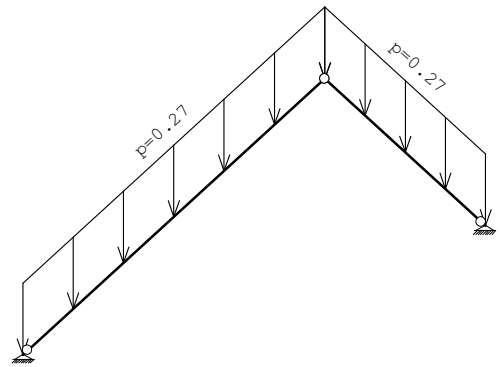
LC	Naziv
1	Vlastita težina (g)
2	Dodatno stalno
3	Uporabno
4	Snijeg1
5	Snijeg2
6	Vjetar 0°cpi-
7	Vjetar 0°cpi+
8	Vjetar 90°cpi-
9	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.75xIV+0.9xVI
10	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.75xIV+0.9xVIII
11	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.75xV+0.9xVI
12	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.75xV+0.9xVIII
13	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.05xIII+1.5xIV+0.9xVI
14	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.05xIII+1.5xV+0.9xVI
15	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.05xIII+0.75xIV+1.5xVI
16	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.05xIII+0.75xV+1.5xVI
17	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.05xIII+1.5xIV+0.9xVIII
18	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.05xIII+1.5xV+0.9xVIII
19	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.05xIII+0.75xIV+1.5xVIII
20	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.05xIII+0.75xV+1.5xVIII
21	Komb.: I+II+1.5xVII



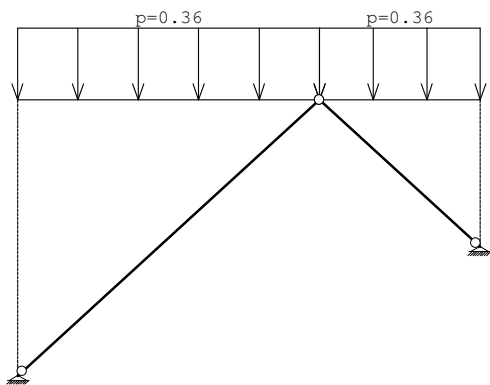
Opt. 2: Dodatno stalno



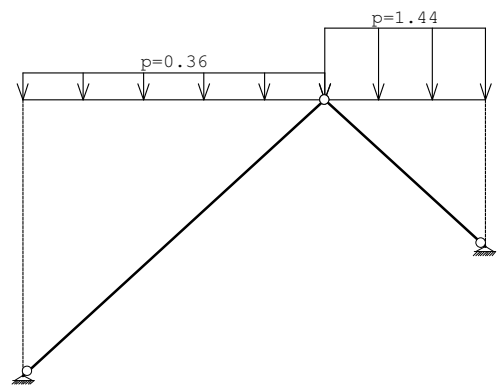
Opt. 3: Uporabno



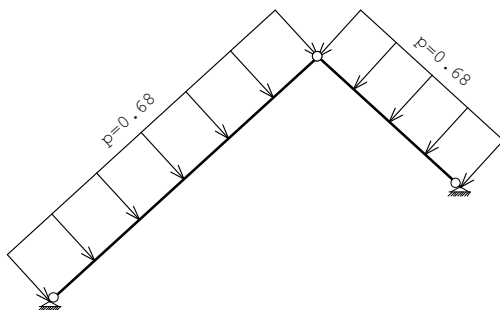
Opt. 4: Snijeg1



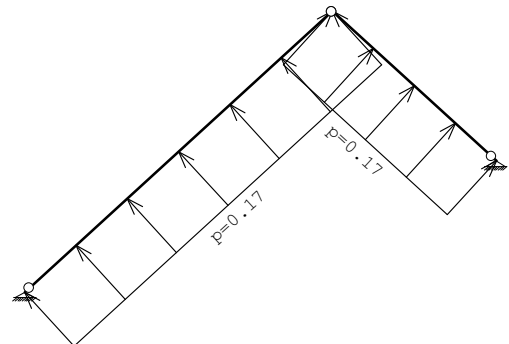
Opt. 5: Snijeg2



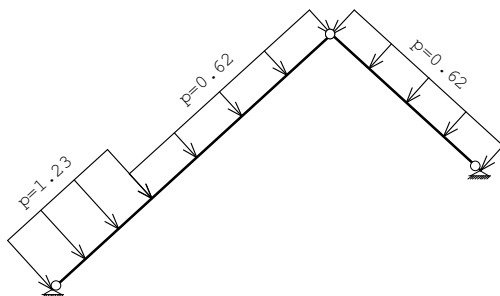
Opt. 6: Vjetar 0°cpi-



Opt. 7: Vjetar 0°cpi+

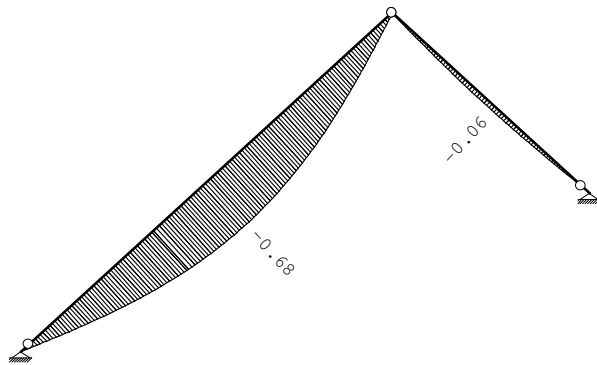


Opt. 8: Vjetar 90°cpi-



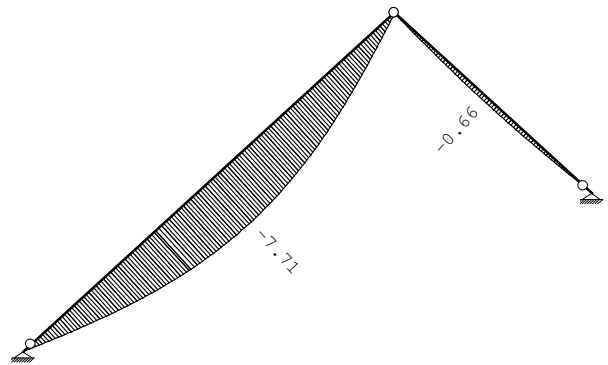
**Statički proračun**

Opt. 1: Vlastita težina (g)

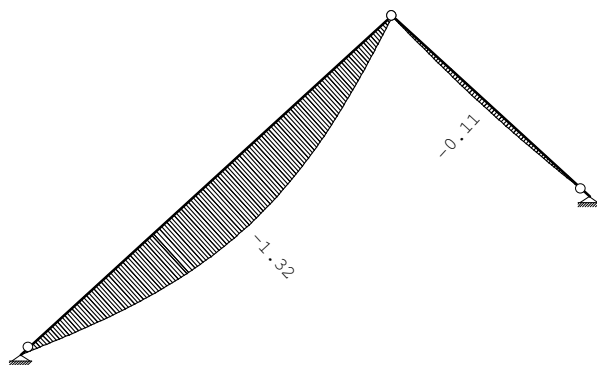


Utjecaji u gredi: max  $Z_p = -0.00$  / min  $Z_p = -0.69$  m / 1000  
Opt. 3: Uporabno

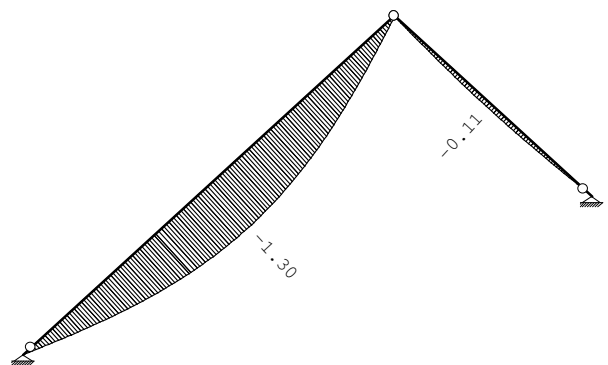
Opt. 2: Dodatno stalno



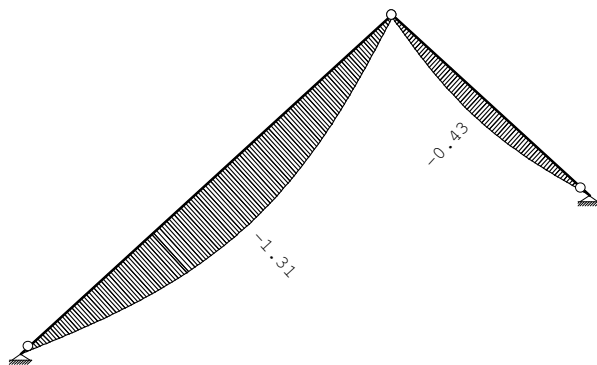
Utjecaji u gredi: max  $Z_p = -0.00$  / min  $Z_p = -7.71$  m / 1000  
Opt. 4: Snijeg1



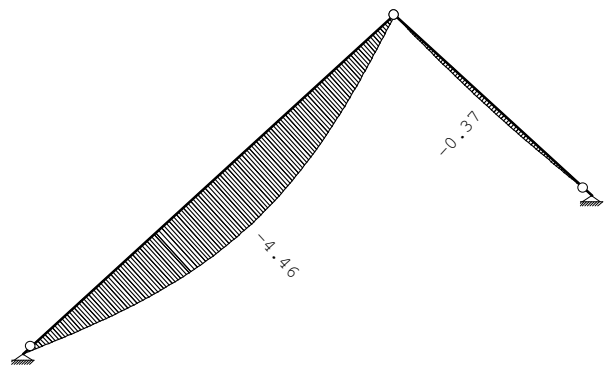
Utjecaji u gredi: max  $Z_p = -0.00$  / min  $Z_p = -1.32$  m / 1000  
Opt. 5: Snijeg2



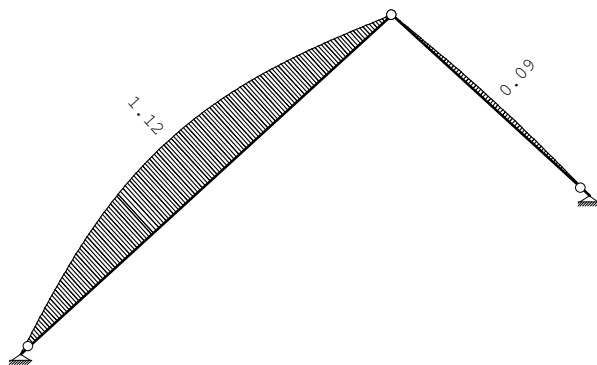
Utjecaji u gredi: max  $Z_p = -0.00$  / min  $Z_p = -1.30$  m / 1000  
Opt. 6: Vjetar 0°cpi-



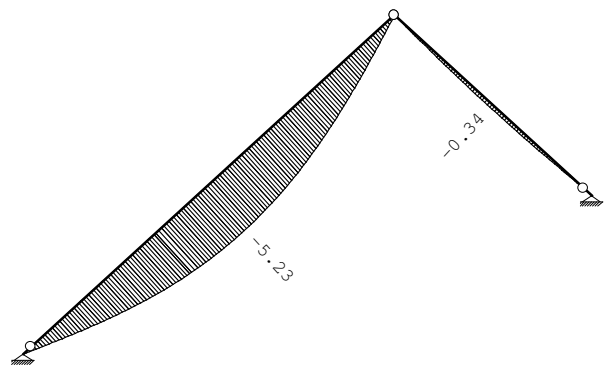
Utjecaji u gredi: max  $Z_p = -0.00$  / min  $Z_p = -1.31$  m / 1000  
Opt. 7: Vjetar 0°cpi+



Utjecaji u gredi: max  $Z_p = -0.00$  / min  $Z_p = -4.46$  m / 1000  
Opt. 8: Vjetar 90°cpi-



Utjecaji u gredi: max  $Z_p = 1.12$  / min  $Z_p = 0.00$  m / 1000



Utjecaji u gredi: max  $Z_p = -0.00$  / min  $Z_p = -5.23$  m / 1000

### PROVJERA PROGIBA ROGA

Provjera progiba prema EC5 dio 4.1 i 4.3

Progib	$u_k$ mm	KTO		
		$\psi_1$	$k_{def}$	
Početni progib $u_0$ [mm] =	0			
od stalnog opterećenja				
od stalnog $u_g$ ( $G_k$ )	<b>8,4</b>	<b>1</b>	<b>0,8</b>	<b>0,80</b>
od promjenjivog opterećenja				
od snijega $u_s$ ( $Q_{1,k}$ )	<b>1,3</b>	<b>2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,50</b>
od vjetra $u_{w1}$ ( $Q_{2,k}$ )	<b>5,2</b>	<b>3</b>	<b>0,5</b>	<b>0,25</b>
$u_{k,ges}$ =	<b>14,9</b>			
Raspon $u_m$ =	<b>5,20</b>			
Konzola (0 = ne, 1 = da) =	<b>0</b>			

<b>KV =</b>		<b>2</b>
$u \leq 12\%$		1
$12\% < u \leq 20\%$		2
$20\% \leq u$		3

#### Rezultati:

$u_{2,inst}$ [mm] =	<b>5,5</b>	<	<b>17,3</b>	= l/300
$u_{2,fin}$ [mm] =	<b>6,9</b>	<	<b>26,0</b>	= l/200
$u_{net,fin}$ [mm] =	<b>22,0</b>	<	<b>26,0</b>	= l/200

#### Pojedinačni rezultati:

Kombinacija opterećenja	Izrazi za kombinacije stalnih opterećenja	$u_{1,inst}$	$u_{net,inst}$ mm	$u_{2,fin}$ mm	$u_{net,fin}$ mm
		$u_{2,inst}$			
LFK '0'	$G_k$	8,4	8,4	-	<b>15,1</b>
LFK '1a'	$G_k + Q_{1,k}$	1,3	9,7	2,0	17,1
LFK '1b'	$G_k + Q_{2,k}$	5,2	13,6	6,5	21,6
LFK '1c'	$G_k + Q_{3,k}$	-	-	-	-
LFK '2a'	$G_k + Q_{1,k} + \psi_1 \cdot Q_{2,k}$	3,9	12,3	5,2	20,3
LFK '2b'	$G_k + \psi_1 \cdot Q_{1,k} + Q_{2,k}$	5,5	13,9	6,9	22,0
LFK '2c'	$G_k + Q_{1,k} + \psi_1 \cdot Q_{3,k}$	-	-	-	-
LFK '2d'	$G_k + \psi_1 \cdot Q_{1,k} + Q_{3,k}$	-	-	-	-
LFK '2e'	$G_k + Q_{2,k} + \psi_1 \cdot Q_{3,k}$	-	-	-	-
LFK '2f'	$G_k + \psi_1 \cdot Q_{2,k} + Q_{3,k}$	-	-	-	-
LFK '3a'	$G_k + Q_{1,k} + \psi_1 \cdot Q_{2,k} + \psi_1 \cdot Q_3$	-	-	-	-
LFK '3b'	$G_k + \psi_1 \cdot Q_{1,k} + Q_{2,k} + \psi_1 \cdot Q_3$	-	-	-	-
LFK '3c'	$G_k + \psi_1 \cdot Q_{1,k} + \psi_1 \cdot Q_{2,k} + Q_3$	-	-	-	-
	$\max u$ [mm] =	<b>5,5</b>	13,9	<b>6,9</b>	<b>22,0</b>
	od	LFK '2b'	LFK '2b'	LFK '2b'	LFK '2b'

## 4.2 Proračun ojačanja horizontalne konstrukcije

### 4.2.1 Analiza opterećenja

STUDIO ARHING

#### KROV TAVANA i KOSI KROV POTKROVLJA ( $\alpha = 30^\circ$ )

crijep	0,74	kN/m <sup>2</sup>
letve i kontraletve	0,05	kN/m <sup>2</sup>
ljepenka	0,05	kN/m <sup>2</sup>
daščana oplata	0,12	kN/m <sup>2</sup>
folija	0,01	kN/m <sup>2</sup>
mineralna vuna (između rogova)	0,10	kN/m <sup>2</sup>
drveni rogovi	0,10	kN/m <sup>2</sup>
gipskartonske ploče na potkonstrukciji	0,15	kN/m <sup>2</sup>
<b>Ukupno stalno:</b>	<b>g<sub>k</sub> = 1,32</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
<b>Uporabno:</b>	<b>q<sub>k</sub> = 0,30</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

#### STROP POTKROVLJA – RAVNI KROV

obloga (bet. ploče, 3 cm)	0,72	kN/m <sup>2</sup>
hidroizolacijska traka	0,07	kN/m <sup>2</sup>
strojarska oprema	1,00	kN/m <sup>2</sup>
ekstrudirani polistiren (15 cm)	0,07	kN/m <sup>2</sup>
kamena vuna (20 cm)	0,40	kN/m <sup>2</sup>
hidroizolacija	0,05	kN/m <sup>2</sup>
spregnuta ploča	2,78	kN/m <sup>2</sup>
gipskartonske ploče (x2) na potkonstrukciji	0,30	kN/m <sup>2</sup>
<b>Ukupno stalno:</b>	<b>g<sub>k</sub> = 4,91</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
<b>Uporabno:</b>	<b>q<sub>k</sub> = 0,60</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

#### STROP POTKROVLJA (ispod tavana)

protuprašni premaz	0,05	kN/m <sup>2</sup>
strojarska oprema	1,00	kN/m <sup>2</sup>
spregnuta ploča	2,78	kN/m <sup>2</sup>
drvene grede (16/18 cm / 0,85 cm)	0,20	kN/m <sup>2</sup>
gipskartonske ploče (x2) na potkonstrukciji	0,30	kN/m <sup>2</sup>
<b>Ukupno stalno:</b>	<b>g<sub>k</sub> = 4,33</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
<b>Uporabno:</b>	<b>q<sub>k</sub> = 2,00</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

### STROPOVI 2. KATA I 1. KATA

završna podna obloga	0,30	kN/m <sup>2</sup>
hidroizolacija	0,05	kN/m <sup>2</sup>
armirani estrih (5 cm)	1,10	kN/m <sup>2</sup>
pregradni zidovi	0,75	kN/m <sup>2</sup>
spregnuta ploča	2,40	kN/m <sup>2</sup>
gipskartonske ploče (x2) na potkonstrukciji	0,30	kN/m <sup>2</sup>
<b>Ukupno stalno:</b>	<b>g<sub>k</sub> = 4,90</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
<b>Uporabno :</b>	<b>q<sub>k</sub> = 2,00</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

### STROPOVI PRIZEMLJA I PODRUMA

završna podna obloga	0,30	kN/m <sup>2</sup>
hidroizolacija	0,05	kN/m <sup>2</sup>
armirani estrih (5 cm)	1,10	kN/m <sup>2</sup>
pregradni zidovi	0,75	kN/m <sup>2</sup>
AB ploča (8 cm)	2,00	kN/m <sup>2</sup>
perlit beton (25 cm - srednja debljina)	2,75	kN/m <sup>2</sup>
zidani svod (29 cm)	5,22	kN/m <sup>2</sup>
žbuka (2 cm)	0,42	kN/m <sup>2</sup>
<b>Ukupno stalno:</b>	<b>g<sub>k</sub> = 12,59</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
<b>Uporabno :</b>	<b>q<sub>k</sub> = 2,00</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

### STUBIŠTE (β = 26°)

kamena obloga (2 cm)	0,60	kN/m <sup>2</sup>
kamene stube (h <sub>sred</sub> = 22 cm)	6,60	kN/m <sup>2</sup>
žbuka (4 cm)	0,84	kN/m <sup>2</sup>
<b>Ukupno stalno:</b>	<b>g<sub>k</sub> = 8,04</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
<b>Uporabno:</b>	<b>q<sub>k</sub> = 3,00</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

**Snijeg**

(HRN EN 1991-1-3:2012/NA)

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

$$\mu_f = 0,8 \quad \text{--koeficijent oblika}$$

$$s_k = 1,25 \text{ kN} / \text{m}^2 \quad \text{--karakteristično opterećenje za područje 3 (kontinentalna Hrvatska)}$$

$$C_e = 1,0 \quad \text{--koeficijent izloženosti}$$

$$C_t = 1,0 \quad \text{--temperaturni koeficijent zbog zagrijavanja zgrade}$$

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

## 4.2.2 Proračun spregnutih nosača stropne konstrukcije 2. i 1.kata – POZ 400 i POZ 300

STUDIO ARHING



Solutions for Building Technology

LANGUAGE

 EN

CTC\_calculator  
vers.2.0



**DIMENSIONING OF A TIMBER-CONCRETE COMPOSIT BEAM with CTC SCREWS**

DATA



RESULTS



PRINT



Calculation standard:   
 Date: /07/subota

RB sales agent:  
Project:  
Floor n°:



### 1. DESIGN DATA AND MATERIAL PROPERTIES

Service classes	<input type="text" value="1"/>	▼
Load-duration class	Medium-term variable load	▼
Load case category	Residential and office areas	▼
Service limit state (deformation) [t=0]	L / 300	▼
Service limit state (deformation) [t=∞]	L / 200	▼

#### 1.1 GEOMETRIC DATA

Beam width	B	<input type="text" value="160"/>	mm
Beam height	H	<input type="text" value="160"/>	mm
Use of SILENT FLOOR Foil:		<input type="text" value="NO"/>	▼
Concrete slab thickness	S	<input type="text" value="80"/>	mm
Formwork	t	<input type="text" value="0"/>	mm
Beam span	L	<input type="text" value="5,35"/>	m
Beam spacing	l	<input type="text" value="0,16"/>	m



#### 1.2 LOAD ANALYSIS

Uniformly distributed load on span:

##### LOADS ACTING ON FLOOR SURFACE

Dead load	$g_{1,2}$	<input type="text" value="2,84"/>	kN/m <sup>2</sup>
Permanent non-structural load	$g_{2,2}$	<input type="text" value="2,50"/>	kN/m <sup>2</sup>
Live load	$q_k$	<input type="text" value="2,60"/>	kN/m <sup>2</sup>

##### LOADS ON COMPOSIT BEAM

Beam spacing	l	<input type="text" value="0,16"/>	m
Effective width	$l_{eff}$	<input type="text" value="0,16"/>	m
Dead load	$G_{1,2}$	<input type="text" value="0,45"/>	kN/m
Permanent non-structural load	$G_{2,2}$	<input type="text" value="0,40"/>	kN/m
Live load	$Q_k$	<input type="text" value="0,32"/>	kN/m

**1.3 TIMBER**

Timber strength class

C24 (EN 338:2016)

Production subject to continuous control (DOV < 15%)

Personalized material

Bending strength	$f_{m,sk}$	24,00	N/mm <sup>2</sup>
Tensile strength along the grain	$f_{t,0,sk}$	14,50	N/mm <sup>2</sup>
Tensile strength perpendicular to the grain	$f_{t,90,sk}$	0,40	N/mm <sup>2</sup>
Compressive strength along the grain	$f_{c,0,sk}$	21,00	N/mm <sup>2</sup>
Compressive strength perpendicular to the grain	$f_{c,90,sk}$	2,50	N/mm <sup>2</sup>
Shear	$f_{v,sk}$	4,00	N/mm <sup>2</sup>
Mean value of modulus of elasticity along the grain	$E_{0,g,mean}$	11000	N/mm <sup>2</sup>
Characteristic value of modulus of elasticity along the grain	$E_{0,g,0,5}$	7400	N/mm <sup>2</sup>
Mean value of modulus of elasticity perpendicular the grain	$E_{90,g,mean}$	370	N/mm <sup>2</sup>
Mean value of shear modulus	$G_{g,mean}$	690	N/mm <sup>2</sup>
5 percentile density	$\rho_{g,k}$	350	kg/m <sup>3</sup>
Mean density	$\rho_{g,mean}$	420	kg/m <sup>3</sup>
Timber Safety factor	$Y_m, timber$	1,30	
Connection Safety factor	$Y_m, connection$	1,30	
Deformation factor	$k_{def}$	0,60	
Modification factor	$K_{mod}$	0,80	
Combination factor	$\psi_2$	0,30	

**1.4 CONCRETE SLAB**

Concrete strength class

C25/30

Personalized material

Welded steel mesh selection

**B450C**

Ø8 15x15

Characteristic cubic compression strength	$R_{ck}$	30	N/mm <sup>2</sup>
Characteristic cylindrical compression strength	$f_{ck}$	25	N/mm <sup>2</sup>
Design compression strength	$f_{cd}$	14,17	N/mm <sup>2</sup>
Characteristic cylindrical simple tensile strength (axial)	$f_{ct,ax}$	2,56	N/mm <sup>2</sup>
Characteristic tensile strength	$f_{ctk,0,005}$	2,15	N/mm <sup>2</sup>
Design tensile strength	$f_{ct,d}$	1,44	N/mm <sup>2</sup>
Mean secant value of modulus of elasticity	$E_{cm}$	31476	N/mm <sup>2</sup>
Density	$\rho_k$	2600	kg/m <sup>3</sup>
Viscosity coefficient	$\varphi$	2,5	

**1.5 FASTENERS TYPE**

Wood-concrete fastener type

CTC7240

N° fastener rows

3

Connector Arrangement

Inclined parallel fasteners 45° //

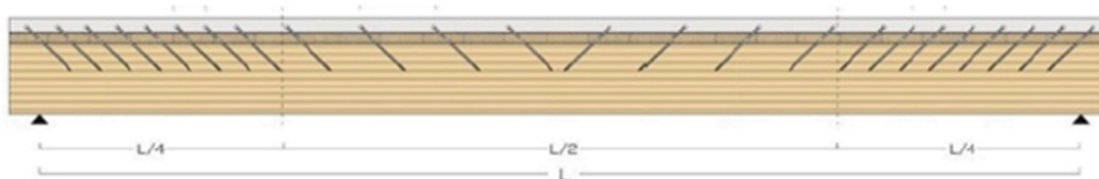


Diameter	$d_1$	7	mm
Inner thread diameter	$d_2$	4,6	mm
Head diameter	$d_3$	9,5	mm
Length	$L$	240	mm
Thread length (head side)	$b_1$	40	mm
Thread length	$b_2$	190	mm
Withdrawal charecteristic parameter	$f_{ax,k}$	11,3	N/mm <sup>2</sup>
Associated density	$\rho_{ax,k}$	350	kg/m <sup>3</sup>
Steel tensile strength	$f_{tens,k} = R_{t,k}$	20,0	kN
Connection stiffness	$K$	9120	N/mm
-Service limit state	$K_{ser}$	9120	N/mm
-Ultimate limit state connection strenght	$K_u$	6080	N/mm
Characteristic load-carrying resistance	$K_{t,k}$	13258	N
Min spacing	$s_{min}$	200	mm
Max spacing (central beam part)	$s_{max}$	400	mm
Equivalent spacing	$s_{eq}$	250	mm

<b>FASTENER DESIGN SHEAR RESISTANCE</b>	<b>20%</b>	<b>VERIFIED*</b>
<b>WORST CASE VERIFICATION: CONCRETE - COMPRESSION [t=0]</b>	<b>33%</b>	<b>VERIFIED*</b>

\*Please see points 5 and 6 for more details.





ARRANGEMENT			
N° fastener rows:			<b>3</b>
Spacing [mm]	Number of Fasteners*	Distribution sector [m]	
<small>* Number of fastener is rounded up by excess</small>			
$0 \leq x \leq L/4$	200	<b>24</b>	1,34
$L/4 \leq x \leq 3/4*L$	400	<b>12</b>	2,68
$3/4*L \leq x \leq L$	200	<b>24</b>	1,34
<b>TOTAL NUMBER OF CONNECTORS CTC PER BEAM:</b>		<b>60</b>	<b>CTC7240</b>

## 2. VERIFICATIONS - SUMMARY

### 2.1 ULTIMATE LIMIT STATE VERIFICATION [t=0]

#### CONCRETE

COMPRESSION STRESS	33%	<b>VERIFIED</b>
TENSION STRESS	41%	<b>VERIFIED</b>

#### REINFORCEMENT

REINFORCEMENT VERIFICATION	8%	<b>VERIFIED</b>
----------------------------	----	-----------------

#### TIMBER

COMBINED BENDING AND COMPRESSION STRESS	24%	<b>VERIFIED</b>
SHEAR STRESS	6%	<b>VERIFIED</b>

#### FASTENER

FASTENER DESIGN SHEAR RESISTANCE	20%	<b>VERIFIED</b>
----------------------------------	-----	-----------------

*Efficiency of composit section*

0,54

### 2.2 ULTIMATE LIMIT STATE VERIFICATION [t=∞]

#### CONCRETE

COMPRESSION STRESS	24%	<b>VERIFIED</b>
TENSION STRESS		<b>VERIFIED</b>

#### REINFORCEMENT

REINFORCEMENT VERIFICATION	8%	<b>VERIFIED</b>
----------------------------	----	-----------------

#### TIMBER

COMBINED BENDING AND COMPRESSION STRESS	27%	<b>VERIFIED</b>
SHEAR STRESS	8%	<b>VERIFIED</b>

#### FASTENER

FASTENER DESIGN SHEAR RESISTANCE	19%	<b>VERIFIED</b>
----------------------------------	-----	-----------------

*Efficiency of composit section*

0,64

### 2.3 SERVICE LIMIT STATE VERIFICATION [t=0]

W INST (CHARACTERISTIC COMBINATION)	$W_{q+q_{inst}}$	4,18 mm L / 1279	<b>VERIFIED</b>
W LIM (CHARACTERISTIC COMBINATION)	$W_{inst,lim}$	17,83 mm L / 300	

### 2.4 SERVICE LIMIT STATE VERIFICATION [t=∞]

W INST (CHARACTERISTIC COMBINATION)	$W_{q+q_{ln}}$	7,57 mm L / 707	<b>VERIFIED</b>
W LIM (CHARACTERISTIC COMBINATION)	$W_{ln,lim}$	26,75 mm L / 200	

## 3. LOADS

Combination of actions (permanent and variable)	$Q_{d}$	1,59	kN/m
Max. bending moment	$M_{e,d}$	5,69	kNm
Design shear force	$V_{e,d}$	4,25	kN
	$Y_{G1}$	1,30	
Combination factor	$Y_{G2}$	1,30	
	$Y_Q$	1,50	

## 4. STIFFNESS

### 4.1 INITIAL STIFFNESS [t=0]

<b>CONCRETE</b>			
Bending stiffness	$E_c J_c$	2,15E+11	Nmm <sup>2</sup>
Axial stiffness	$E_c A_c$	4,03E+08	N
<b>TIMBER</b>			
Bending stiffness	$E_i J_i$	8,55E+11	Nmm <sup>2</sup>
Axial stiffness	$E_i A_i$	3,17E+08	N
<b>COMPOSIT SECTION BEAM</b>			
Bending stiffness Deformable fastener	$(E J)_{t=0}$	1,07E+12	Nmm <sup>2</sup>
Axial stiffness	$(E A)_{t=0}$	1,77E+08	N
Distance between beam and concrete slab center of gravity	a	130	mm
Composite beam stiffness Infinitely rigid fastener	$(E J)_{t=∞}$	4,07E+12	Nmm <sup>2</sup>
parameter $\gamma_1$	$\gamma_1$	0,344	
parameter $\gamma_2$	$\gamma_2$	1,0	
Distance between beam and composite section center of gravity	a <sub>2</sub>	39,6	mm
Distance between concrete slab and composite beam center of gravity	a <sub>1</sub>	90,4	mm
<b>EFFECTIVE BENDING STIFFNESS</b>	$(E J)_{eff}$	2,70E+12	Nmm <sup>2</sup>
<b>TIMBER-CONCRETE COMPOSITE SYSTEM EFFICIENCY</b>	$\eta$	0,54	

### 4.2 FINAL STIFFNESS [t=∞]

<b>CONCRETE</b>			
Bending stiffness	$E_{c,∞} J_c$	6,14E+10	Nmm <sup>2</sup>
Axial stiffness	$E_{c,∞} A_c$	1,15E+08	N
	$E_{c,∞}$	8,99E+03	N/mm <sup>2</sup>
<b>TIMBER</b>			
Bending stiffness	$E_{i,∞} J_i$	5,346E+11	Nmm <sup>2</sup>
Axial stiffness	$E_{i,∞} A_i$	1,98E+08	N
	$E_{i,mean,∞}$	6,88E+03	N/mm <sup>2</sup>
<b>FASTENER</b>			
Stiffness	$K_{d,∞}$	3800	N/mm
<b>COMPOSIT SECTION BEAM</b>			
Bending stiffness Deformable fastener	$(E J)_{t=∞}$	5,05993E+11	Nmm <sup>2</sup>
Axial stiffness	$(E A)_{t=∞}$	7,28E+07	N
Distance between beam and concrete slab center of gravity	a	130	mm
Composite beam stiffness Infinitely rigid fastener	$(E J)_{t=∞}$	1,83E+12	Nmm <sup>2</sup>
parameter $\gamma_1$	$\gamma_1$	0,53	
parameter $\gamma_2$	$\gamma_2$	1,0	
Distance between beam and composite section center of gravity	a <sub>2</sub>	30,83	mm
Distance between concrete slab and composite beam center of gravity	a <sub>1</sub>	99,17	mm
<b>EFFECTIVE BENDING STIFFNESS</b>	$(E J)_{eff}$	1,39E+12	Nmm <sup>2</sup>
<b>TIMBER-CONCRETE COMPOSITE SYSTEM EFFICIENCY</b>	$\eta$	0,64	

## 5. STRENGTH VERIFICATIONS

### 5.1 STRENGTH VERIFICATIONS [t=0]

#### 5.1.1 CONCRETE

Design compression force in concrete slab	$N_{c,d}$	26417	N
Design Bending moment on concrete slab	$M_{c,d}$	452568	Nmm
Max. compression stress in concrete slab borders	$\sigma_{c,compr}$	4,72	N/mm <sup>2</sup>
Max tensile stress in concrete slab borders	$\sigma_{c,tens}$	-0,59	N/mm <sup>2</sup>

#### COMPRESSION STRESS

Max. compression stress in concrete slab borders	$\sigma_{c,compr}$	5	N/mm <sup>2</sup>
Design compression strength	$f_{c,d}$	14	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c,compr} \leq f_{c,d}$	4,72	≤	14,17 33%

#### TENSION STRESS

Max tensile stress in concrete slab borders	$\sigma_{c,tens}$	-0,59	N/mm <sup>2</sup>
Design tensile strength	$f_{c,t,d}$	1,44	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c,tens} \leq f_{c,t,d}$	0,59	≤	1,44 41%

#### Reinforcement verification

Concrete area	$A_c$	128	cm <sup>2</sup>
Reinforcement area	$A_s$	3,35	cm <sup>2</sup> /m
Required reinforcement	$A_{s,rec}$	0,01	cm <sup>2</sup> /m
Minimum reinforcement required by calculation standard (0,002*Ac)	$A_{s,standard}$	0,26	cm <sup>2</sup> /m
$A_s \geq A_{s,standard}$	3,35	≥	0,26 VERIFIED

#### 5.1.2 TIMBER

Design compression force in timber beam	$N_{t,d}$	26417	N
Design Bending moment on timber beam	$M_{t,d}$	1801555	Nmm
Max axial stress	$\sigma_{L,axial}$	0,92	N/mm <sup>2</sup>
Max. bending stress	$\sigma_{L,bending}$	2,09	N/mm <sup>2</sup>

#### COMBINED BENDING AND COMPRESSION STRESS

Max axial stress	$\sigma_{L,axial}$	0,92	N/mm <sup>2</sup>
Tensile strength along the grain	$f_{t,0,d}$	8,92	N/mm <sup>2</sup>
Max. bending stress	$\sigma_{L,bending}$	2,09	N/mm <sup>2</sup>
Bending strength	$f_{m,d}$	14,77	Mpa
$\sigma_{L,axial} / f_{t,0,d} + \sigma_{L,bending} / f_{m,d}$	0,24	≤	1,00 24%

#### SHEAR STRESS

Timber: max shear stress	$\tau_{L,max}$	0,15	N/mm <sup>2</sup>
Shear strength	$f_{v,d}$	2,46	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{L,max} \leq f_{v,d}$	0,15	≤	2,46 6%

#### 5.1.3 FASTENER

Fastener load	$F_{s,d}$	1646	N
Characteristic load-carrying resistance	$R_{yk}$	13258	N
Fastener design shear resistance	$R_{v,d}$	8159	N

#### FASTENER VERIFICATION

$F_{s,d} \leq R_{v,d}$	1646	≤	8159 20%
------------------------	------	---	-------------

**5.2 STRENGTH VERIFICATIONS [t=∞]**

**5.2.1 CONCRETE**

Design compression force in concrete slab	$N_{c,d}$	24987	N
Design Bending moment on concrete slab	$M_{c,d}$	251341	Nmm
Max. compression stress in concrete slab borders	$\sigma_{c,compr}$	3,42	N/mm <sup>2</sup>
Max tensile stress in concrete slab borders	$\sigma_{c,tens}$	0,48	N/mm <sup>2</sup>

**COMPRESSION STRESS**

Max. compression stress in concrete slab borders	$\sigma_{c,compr}$	3,42	N/mm <sup>2</sup>
Design compression strength	$f_{c,d}$	14,17	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c,compr} \leq f_{c,d}$	3,42	≤	14,17 24%
		<b>VERIFIED</b>	

**TENSION STRESS**

Max. compression stress in concrete slab borders	$\sigma_{c,tens}$	-0,48	N/mm <sup>2</sup>
Design tensile strength	$f_{ct,d}$	1,44	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c,tens} \leq f_{ct,d}$	-0,48	≤	1,44
		<b>VERIFIED</b>	

**Reinforcement verification**

Concrete area	$A_c$	128	cm <sup>2</sup>
Reinforcement area	$A_s$	3,35	cm <sup>2</sup> /m
Required reinforcement	$A_{s,req}$	0,00	cm <sup>2</sup> /m
Minimum reinforcement required by calculation standard (0,002*Ac)	$A_{s,standard}$	0,26	cm <sup>2</sup> /m
$A_s \geq A_{s,standard}$	3,35	≥	0,26
		<b>VERIFIED</b>	

**5.2.2 TIMBER**

Design compression force in timber beam	$N_{t,d}$	24987	N
Design Bending moment on timber beam	$M_{t,d}$	2180641	Nmm
Max axial stress	$\sigma_{L,axial}$	0,87	N/mm <sup>2</sup>
Max. bending stress	$\sigma_{L,bending}$	2,53	N/mm <sup>2</sup>

**COMBINED BENDING AND COMPRESSION STRESS**

Max axial stress	$\sigma_{L,axial}$	0,87	N/mm <sup>2</sup>
Tensile strength along the grain	$f_{t,0,d}$	8,92	N/mm <sup>2</sup>
Max. bending stress	$\sigma_{L,bending}$	2,53	N/mm <sup>2</sup>
Bending strength	$f_{m,d}$	14,77	Mpa
$\sigma_{L,ax} / f_{t,0,d} + \sigma_{L,bend} / f_{m,d}$	0,27	≤	1,00 27%
		<b>VERIFIED</b>	

**SHEAR STRESS**

Timber: max shear stress	$\tau_{L,max}$	0,20	N/mm <sup>2</sup>
Shear strength	$f_{v,d}$	2,46	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{L,max} \leq f_{v,d}$	0,20	≤	2,46 8%
		<b>VERIFIED</b>	

**5.2.3 FASTENER**

Fastener load	$F_{t,d}$	1557	N
Characteristic load-carrying resistance	$R_{v,k}$	13258	N
Fastener design shear resistance	$R_{v,d}$	8159	N

**FASTENER VERIFICATION**

$F_{t,d} \leq R_{v,d}$	1557	≤	8159 19%
		<b>VERIFIED</b>	

## 6. SERVICE LIMIT STATE VERIFICATION

### 6.1 INITIAL STIFFNESS [t=0]

#### CONCRETE

Bending stiffness	$E_c I_c$	2,15E+11	Nmm <sup>2</sup>
Axial stiffness	$E_c A_c$	4,03E+08	N

#### TIMBER

Bending stiffness	$E_L I_L$	8,55E+11	Nmm <sup>2</sup>
Axial stiffness	$E_L A_L$	3,17E+08	N

#### COMPOSIT SECTION BEAM [t=0]

<b>Bending stiffness Deformable fastener</b>	$(E J)_{t=0}$	1,07E+12	Nmm <sup>2</sup>
Axial stiffness	$(E A)_{t=0}$	1,77E+08	N
Distance between beam and concrete slab center of gravity	a	130	mm

#### REAL COMPOSIT BEAM STIFFNESS [t=0]

Composite beam stiffness Infinitely rigid fastener	$(E J)_{t=0}$	4,07E+12	Nmm <sup>2</sup>
parameter $\gamma_1$	$\gamma_1$	0,4406	
parameter $\gamma_2$	$\gamma_2$	1,0	
Distance between beam and composite section center of gravity	$a_2$	46,7	mm
Distance between concrete slab and composite beam center of gravity	$a_1$	83,3	mm

#### EFFECTIVE BENDING STIFFNESS

Timber-concrete composite system efficiency	$(E J)_{eff}$	2,99E+12	Nmm <sup>2</sup>
	$\eta$	0,64	

### 6.2 FINAL STIFFNESS [t=∞]

#### CONCRETE

Material Stiffness [t=∞]	$E_{c,∞}$	8993	N/mm <sup>2</sup>
Bending stiffness	$E_{c,∞} I_c$	6,14E+10	Nmm <sup>2</sup>
Axial stiffness	$E_{c,∞} A_c$	1,15E+08	N

#### TIMBER

Material Stiffness [t=∞]	$E_{0,7max,t,∞}$	6875	N/mm <sup>2</sup>
Bending stiffness	$E_{L,∞} I_L$	5,35E+11	Nmm <sup>2</sup>
Axial stiffness	$E_{L,∞} A_L$	1,98E+08	N

#### FASTENER

Slip modulus (Service limit state)	$K_{fast,∞}$	5700	N/mm
------------------------------------	--------------	------	------

#### COMPOSIT SECTION BEAM

Bending stiffness	$(E J)_{t=∞}$	5,96E+11	Nmm <sup>2</sup>
Axial stiffness	$(E A)_{t=∞}$	7,28E+07	N
Distance between beam and concrete slab center of gravity	a	130	mm
Composite beam stiffness [t=∞]	$(E J)_{t=∞}$	1,83E+12	Nmm <sup>2</sup>
parameter $\gamma_1$	$\gamma_1$	0,63279	
parameter $\gamma_2$	$\gamma_2$	1,0	
Distance between beam and composite section center of gravity	$a_2$	35,0	mm
Distance between concrete slab and composite beam center of gravity	$a_1$	95,0	mm
<b>EFFECTIVE BENDING STIFFNESS</b>	$(E J)_{eff}$	1,50E+12	Nmm <sup>2</sup>
Timber-concrete composite system efficiency	$\eta$	0,73	

### 6.3 DEFLECTION - SERVICE LIMIT STATE VERIFICATION

#### Deflection [t=0]

Deflection due to permanent load	$W_{g,inst}$	3,04	mm
Deflection due to variable load	$W_{q,inst}$	1,14	mm
Total deflection	$W_{g+q,inst}$	4,18	mm

#### SERVICE LIMIT STATE VERIFICATION [t=0]

Service limit state (deformation)	$W_{inst,lim}$	L / 200	
	$W_{inst,lim}$	17,83	mm
Total deflection	$W_{g+q,inst}$	4,18	mm

$$W_{g+q,inst} \leq W_{inst,lim} \quad \leq \quad 17,83$$

**VERIFIED** L / 1279

#### Deflection [t=∞]

Deflection due to permanent load	$W_{g,∞}$	6,77	mm
Deflection due to variable load	$W_{q,∞}$	0,80	mm
Total deflection	$W_{g+q,∞}$	7,57	mm

#### SERVICE LIMIT STATE VERIFICATION [t=∞]

Service limit state (deformation)	$W_{fin,lim}$	L / 200	
	$W_{fin,lim}$	26,75	mm
Total deflection	$W_{g+q,∞}$	7,57	mm

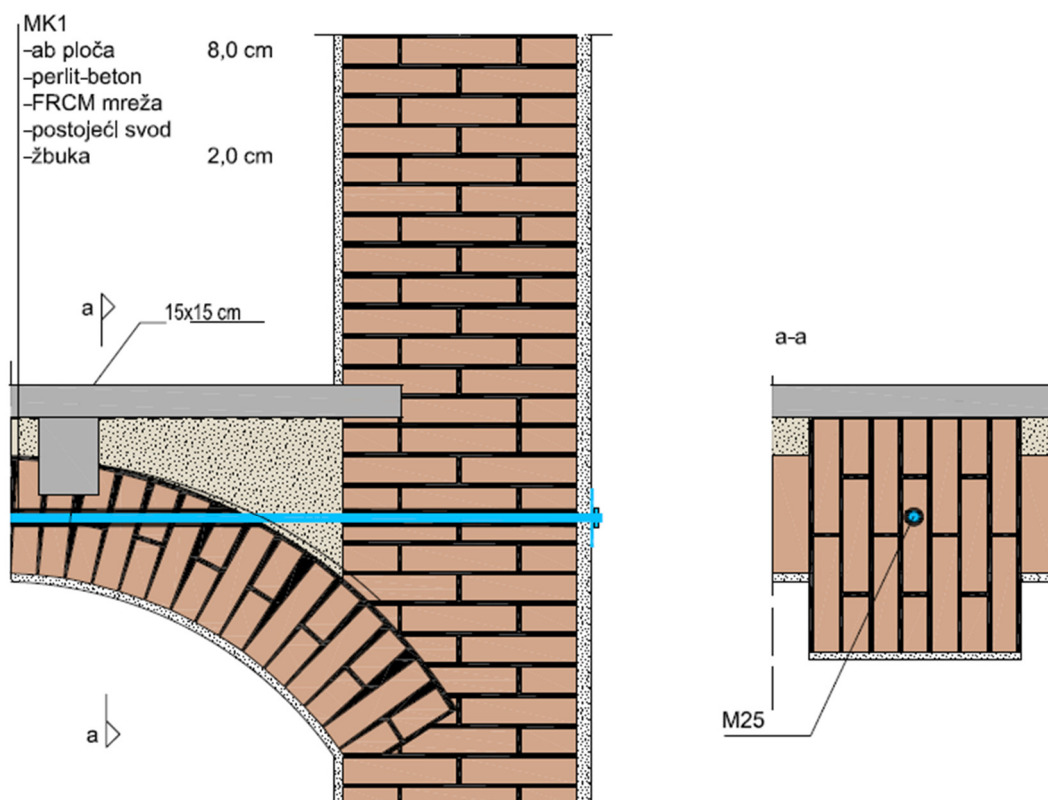
$$W_{g+q,∞} \leq W_{fin,lim} \quad \leq \quad 26,75$$

**VERIFIED** L / 707

#### 4.2.3 Proračun spregnutih nosača stropne konstrukcije prizemlja i podruma - POZ 200 i 100

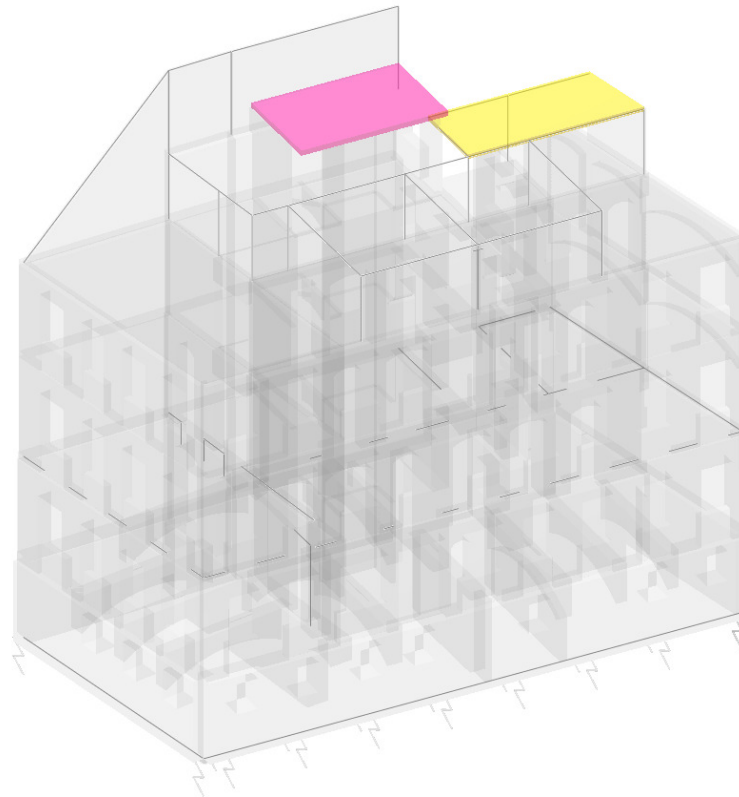
Stropove podruma i prizemlja čine zidani svodovi koji se ojačavaju sustavom armirane žbuke - FRCM. Iznad svodova se izvodi tanka armiranobetonska ploča koja djeluje kao kruti horizontalni disk. Armiranobetonska ploča se sidri u postojeće zidove sidrenim šipkama na razmaku cca 1 m. Na stranama uličnih pročelja sidra se ubušuju s vanjske strane, u sredini visine nove armiranobetonske ploče (prije izvođenja ploče). Na vanjskom licu zida se sidro steže maticom, preko podložne ploče. Sidrenje ploče u nosive zidove koji se nalaze uz susjedne građevine ostvaruje se ubušenim „mrtvim“ sidrima na razmaku cca 1 m.

##### STROP PRIZEMLJA I PODRUMA

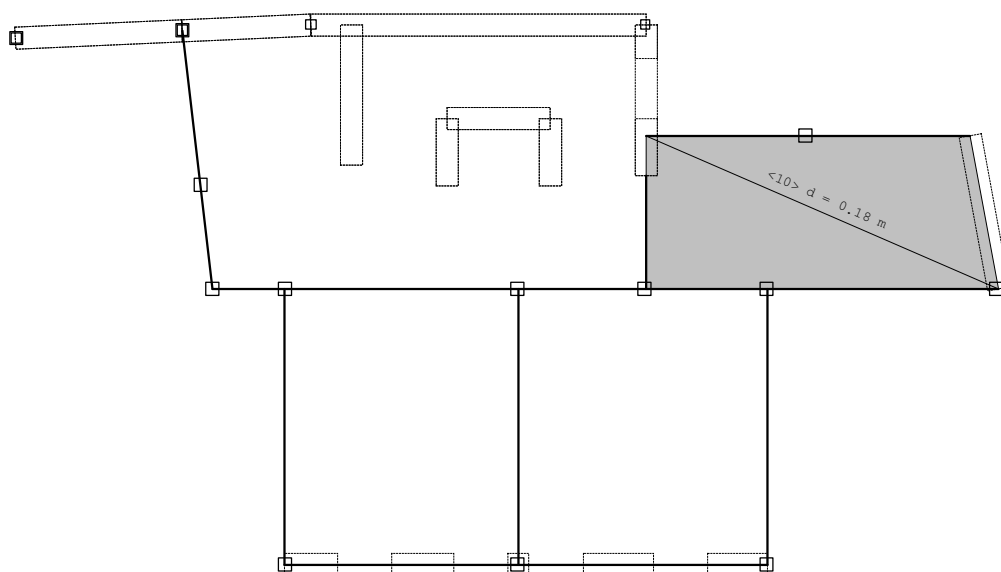


#### 4.2.4 Proračun nove AB stropne ploče potkrovlja - POZ 500

Ploča / Zid	
10. d = 0.18 m (AB ploča)	■
24. d = 0.20 m (AB ploča)	■



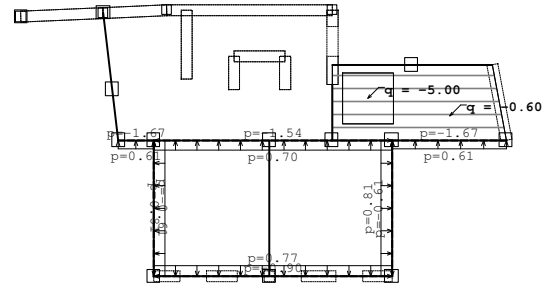
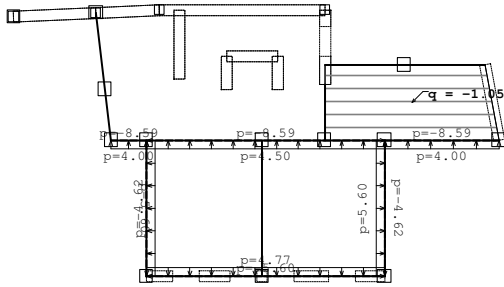
Setovi numeričkih podataka  
Ploča / Zid (10,24)



Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]

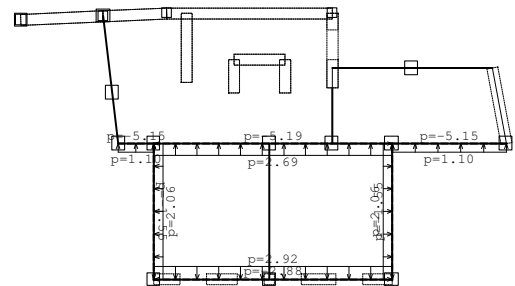
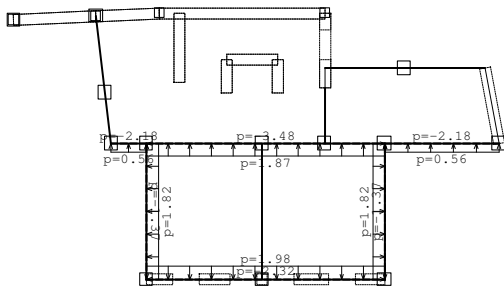
Opt. 1: Stalno (g)

Opt. 2: Uporabno



Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]  
Opt. 3: Snijeg 1

Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]  
Opt. 4: Snijeg 2

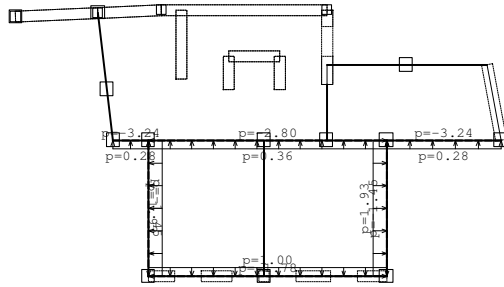


Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]

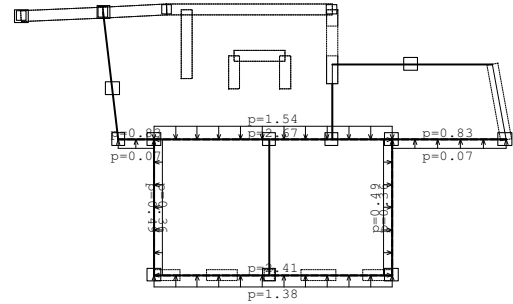
Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]



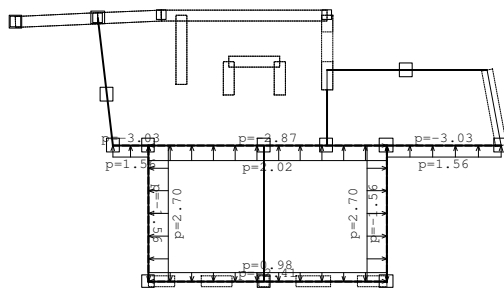
Opt. 5: Vjetar 0°cpi-



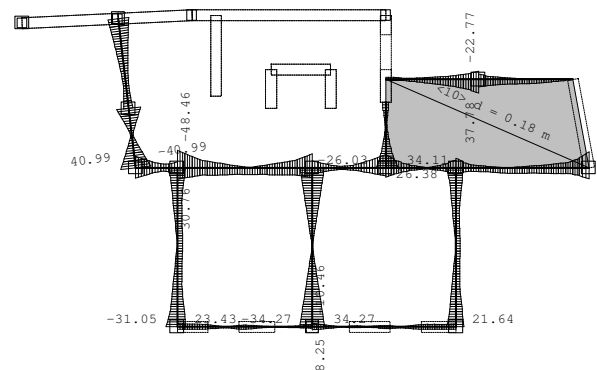
Opt. 6: Vjetar 0°cpi+



Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]  
Opt. 7: Vjetar 90°cpi-



Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]  
Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19

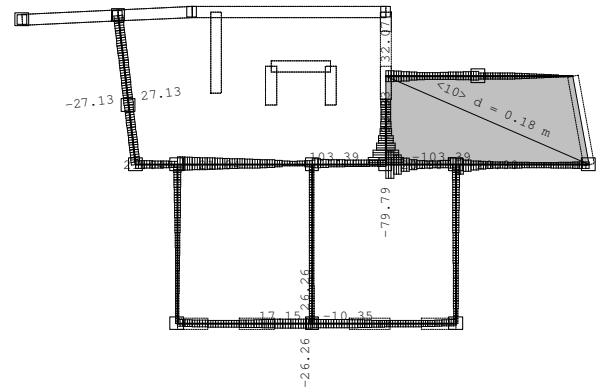
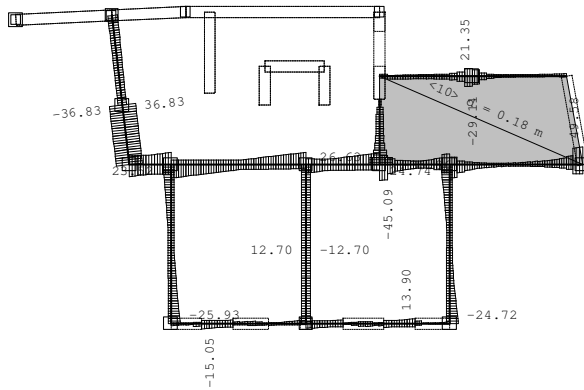


Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]

Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]  
Utjecaji u gredi: max M3= 40.99 / min M3= -48.46 kNm

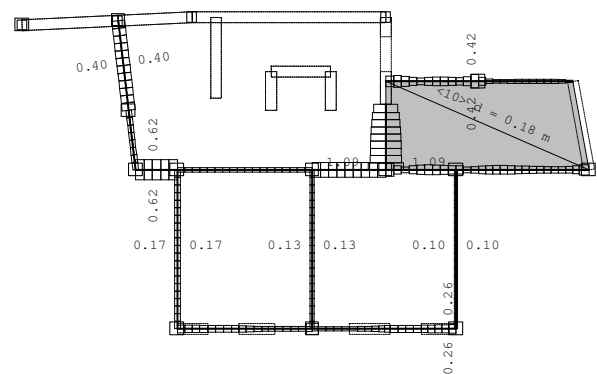
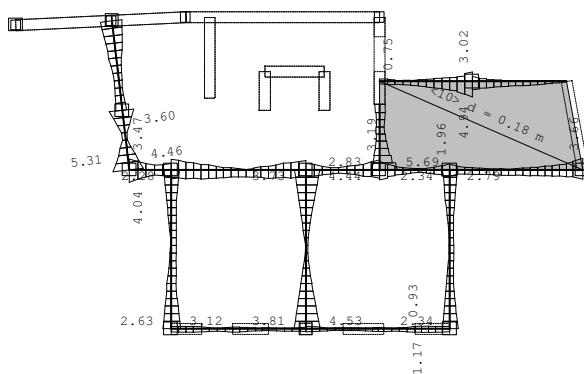
Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19

Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19



Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]  
Utjecaji u gredi: max T2= 49.58 / min T2= -45.09 kN  
Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B

Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]  
Utjecaji u gredi: max N1= 103.39 / min N1= -103.39 kN  
Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B

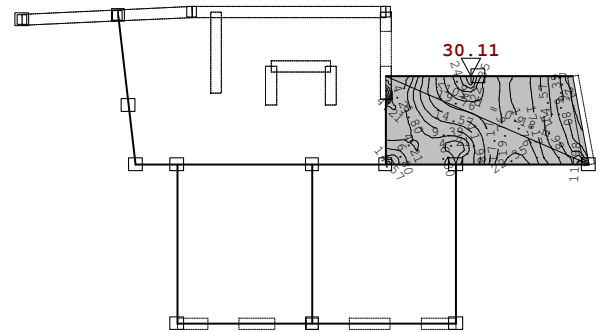
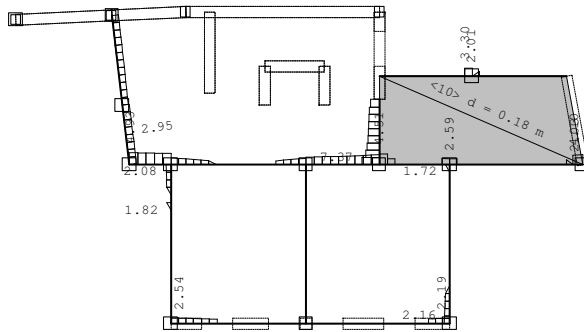


Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]  
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1= 4.46 / 5.69 cm<sup>2</sup>

Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]  
Armatura u gredama: max Aa3/Aa4= 1.09 / 1.09 cm<sup>2</sup>

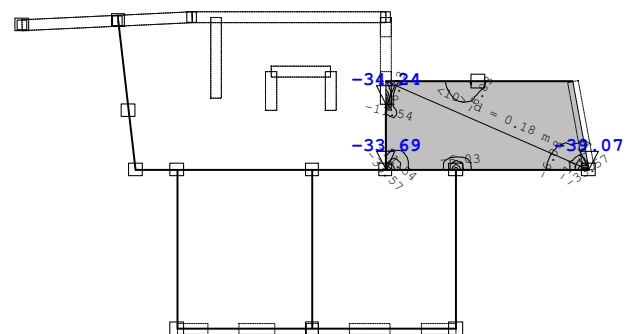
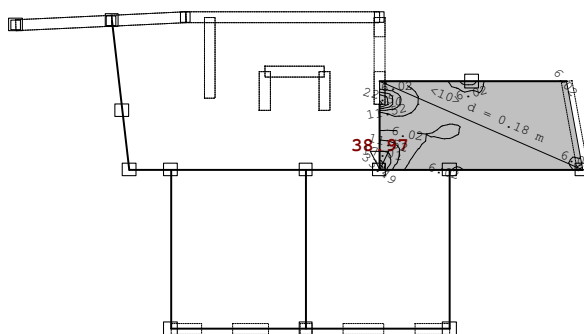
Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B

Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19



Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]  
Armatura u gredama: max  $As_w = 7.37\text{ cm}^2$   
Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19

Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]  
Utjecaji u ploči: max  $M_x = 30.11$  / min  $M_x = 1.63\text{ kNm/m}$   
Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19

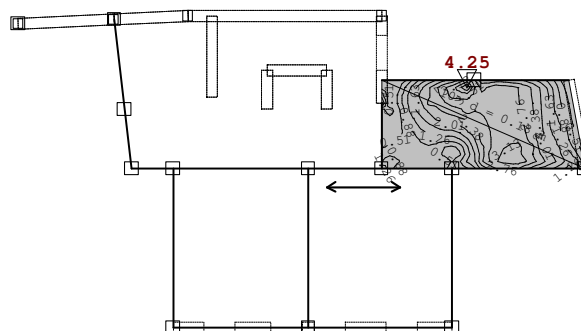
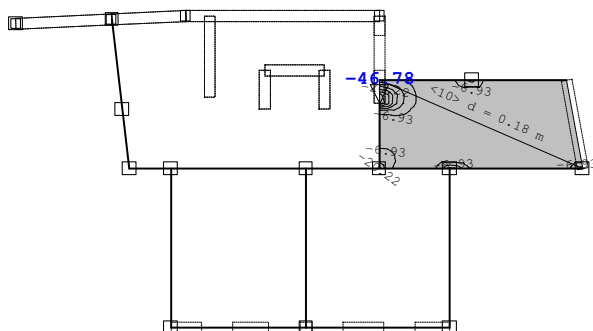


Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]  
Utjecaji u ploči: max  $M_y = 38.97$  / min  $M_y = 0.54\text{ kNm/m}$

Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]  
Utjecaji u ploči: max  $M_x = -0.53$  / min  $M_x = -39.07\text{ kNm/m}$

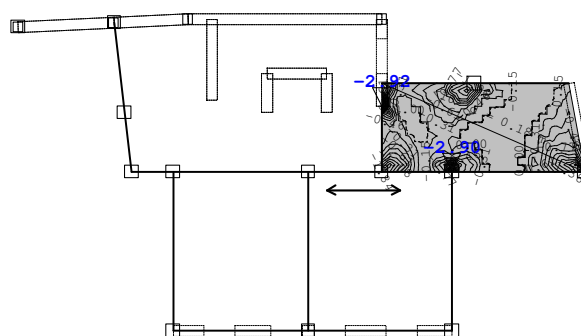
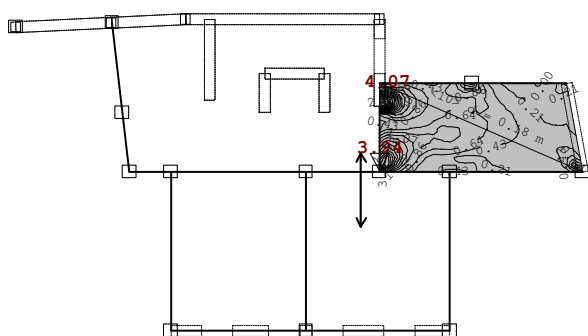
Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19

Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B, a=2.00 cm



Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]  
Utjecaji u ploči: max  $M_y = -0.29$  / min  $M_y = -46.78$  kNm/m  
Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B, a=2.00 cm

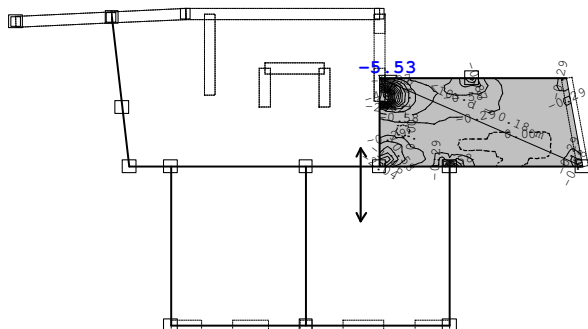
Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]  
Aa - d.zona - Pravac 1 - max  $Aa_{1,d} = 4.25$  cm<sup>2</sup>/m  
Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B, a=2.00 cm



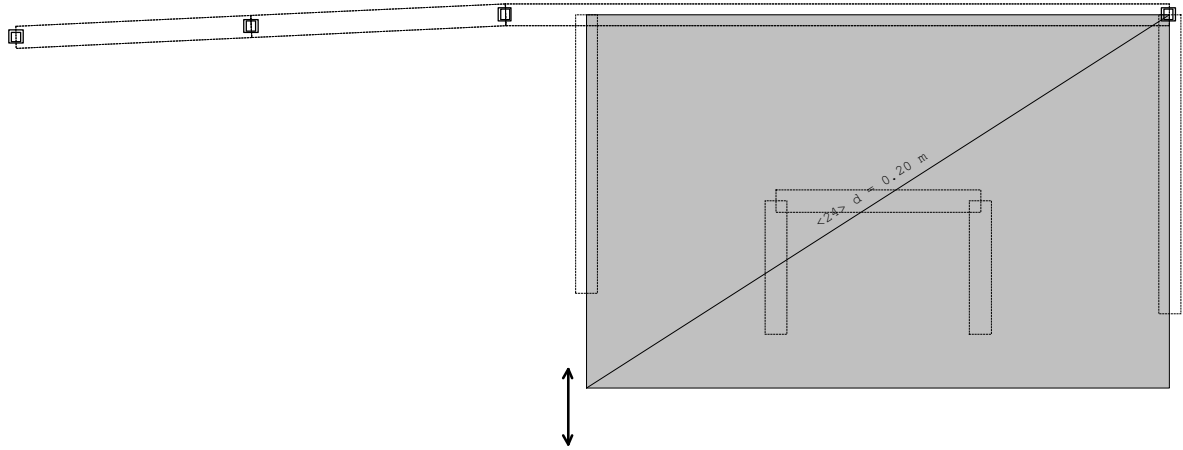
Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]  
Aa - d.zona - Pravac 2 - max  $Aa_{2,d} = 4.07$  cm<sup>2</sup>/m

Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]  
Aa - g.zona - Pravac 1 - max  $Aa_{1,g} = -2.92$  cm<sup>2</sup>/m

Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B, a=2.00 cm

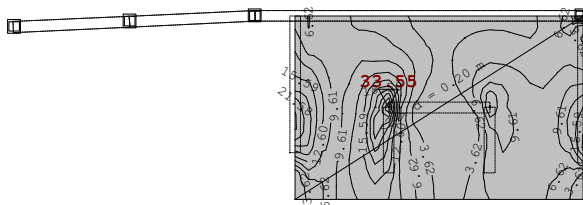


Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]  
Aa - g.zona - Pravec 2 - max Aa2,g= -5.53 cm<sup>2</sup>/m

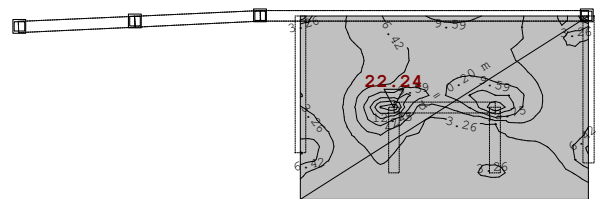


Nivo: ploča iznad dizala [16.00 m]  
Aa - g.zona - Pravac 2  
Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19

Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19



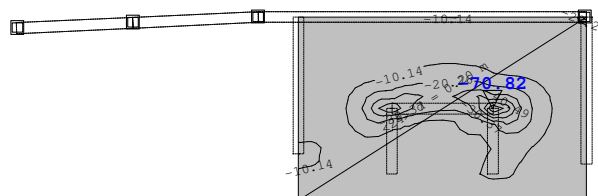
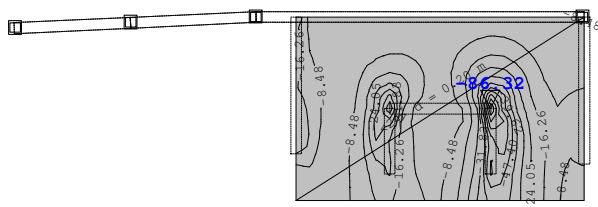
Nivo: ploča iznad dizala [16.00 m]  
Utjecaji u ploči: max  $M_x = 33.55$  / min  $M_x = 0.63$  kNm/m



Nivo: ploča iznad dizala [16.00 m]  
Utjecaji u ploči: max  $M_y = 22.24$  / min  $M_y = 0.09$  kNm/m

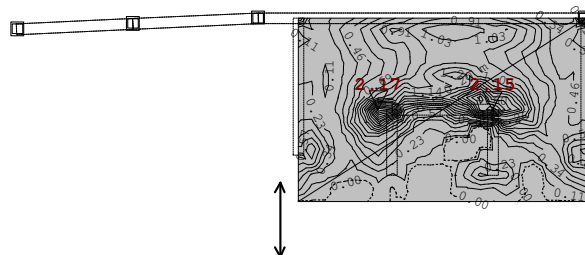
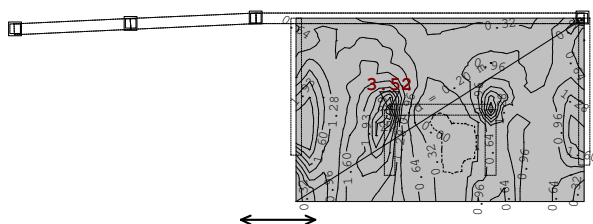
Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19

Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19



Nivo: ploča iznad dizala [16.00 m]  
Utjecaji u ploči: max Mx= -0.70 / min Mx= -86.32 kNm/m  
Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B, a=2.00 cm

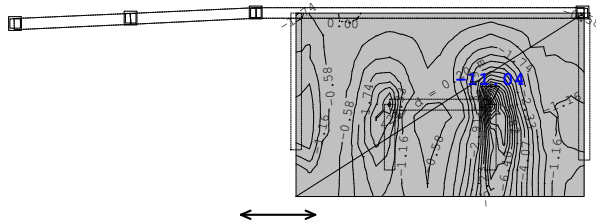
Nivo: ploča iznad dizala [16.00 m]  
Utjecaji u ploči: max My= -0.03 / min My= -70.82 kNm/m  
Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B, a=2.00 cm



Nivo: ploča iznad dizala [16.00 m]  
Aa - d.zona - Pravac 1 - max Aa1,d= 3.52 cm²/m

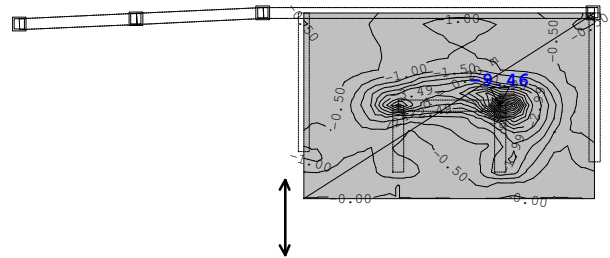
Nivo: ploča iznad dizala [16.00 m]  
Aa - d.zona - Pravac 2 - max Aa2,d= 2.17 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B, a=2.00 cm



Nivo: ploča iznad dizala [16.00 m]  
Aa - g.zona - Pravec 1 - max Aa1,g= -11.04 cm<sup>2</sup>/m

Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B, a=2.00 cm

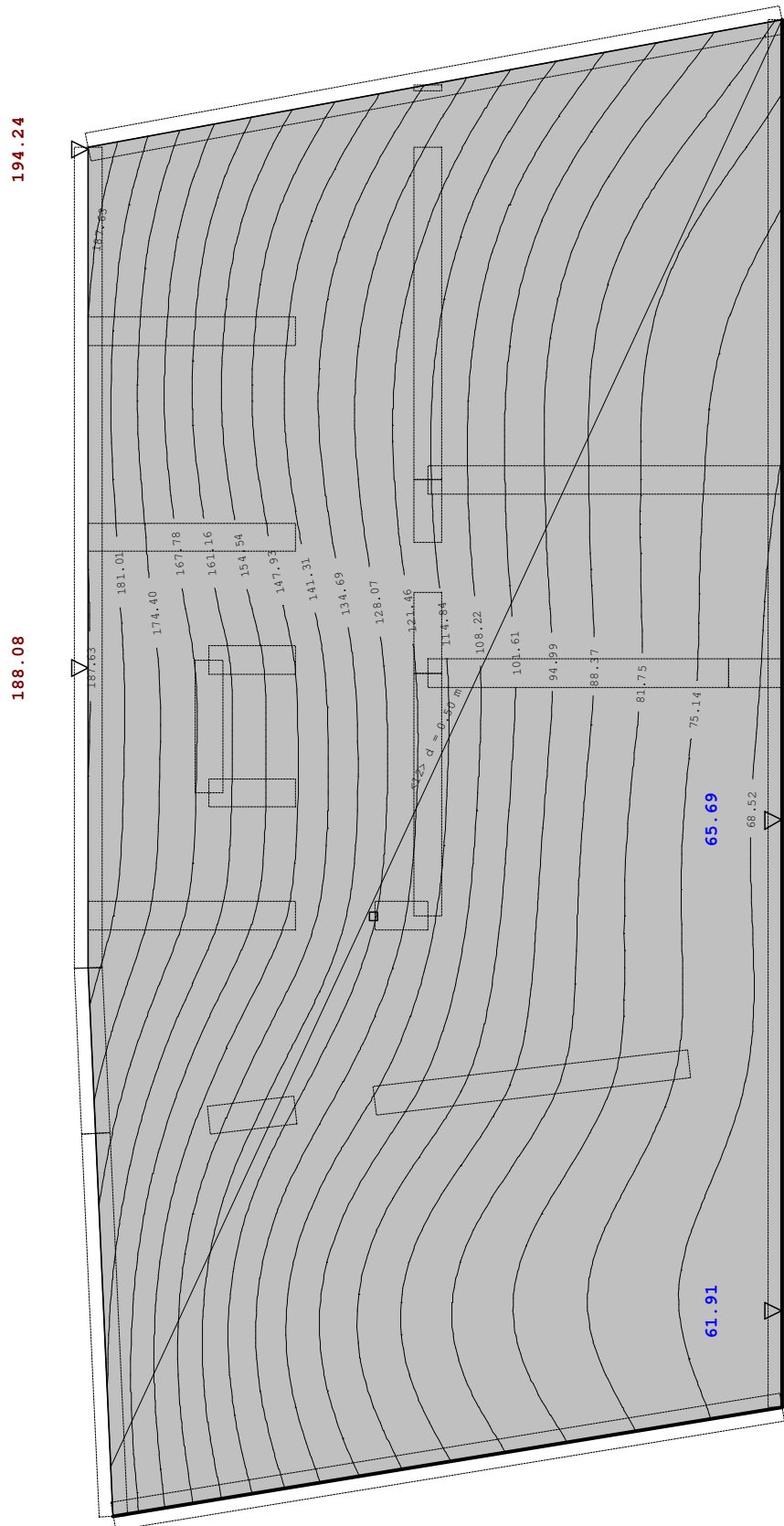


Nivo: ploča iznad dizala [16.00 m]  
Aa - g.zona - Pravec 2 - max Aa2,g= -9.46 cm<sup>2</sup>/m



## 4.2.5 Proračun nove temeljne ploče

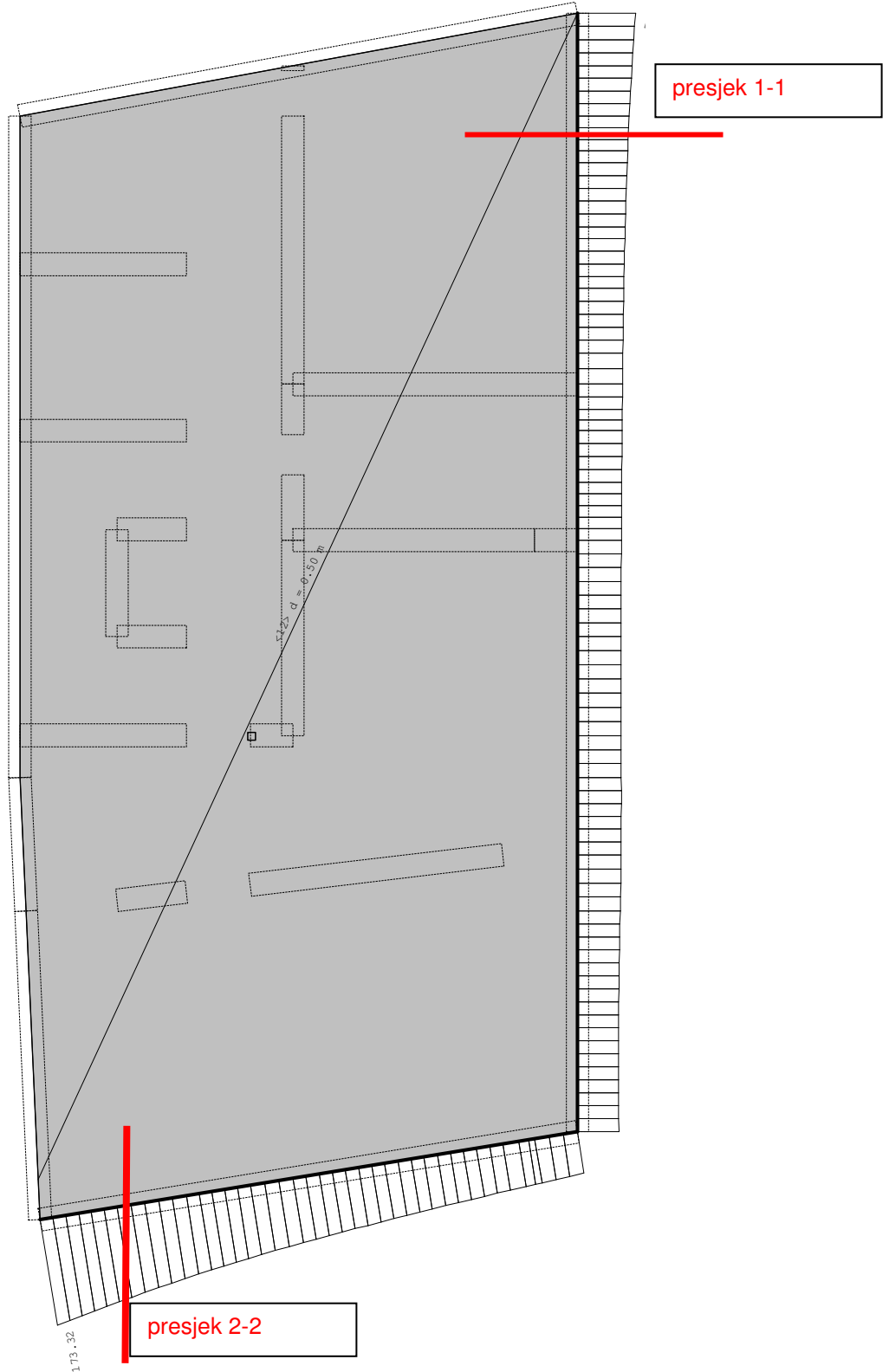
Opt. 10: I+II



Nivo: poz 000 - temelji [-2.45 m]

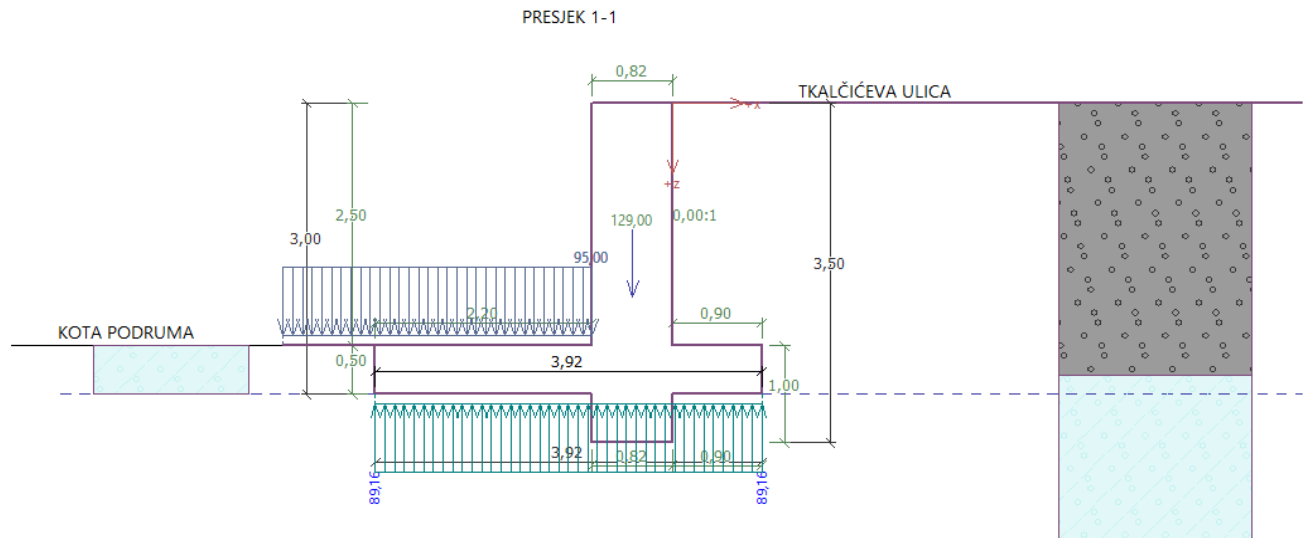
Utjecaji u pov. ležaju: max  $\sigma_{tla}$  = 194.24 / min  $\sigma_{tla}$  = 61.91 kN/m<sup>2</sup>

Opt. 10: I+II



Nivo: poz 000 - temelji [-2.45 m]  
Utjecaji u lin. ležaju: max  $r_2 = 173.32$  / min  $r_2 = 66.67$  kN/m

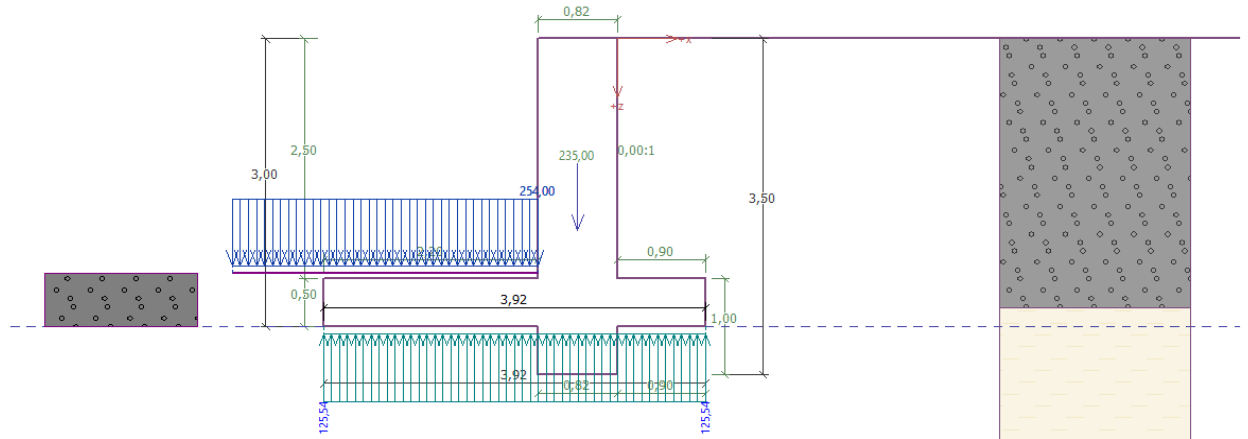
PRESJEK 1-1



$R_d$	=	280,81 kPa	Dopušteno opterećenje tla
$\sigma$	=	89,16 kPa	Maksimalno kontaktno naprezanje

$\sigma$	=	77,45 kPa	maksimalno kontaktno naprezanje
$s$	=	20,7 mm	slijeganje
$k$	=	3740 kN/m <sup>3</sup>	koeficijent reakcije podloge

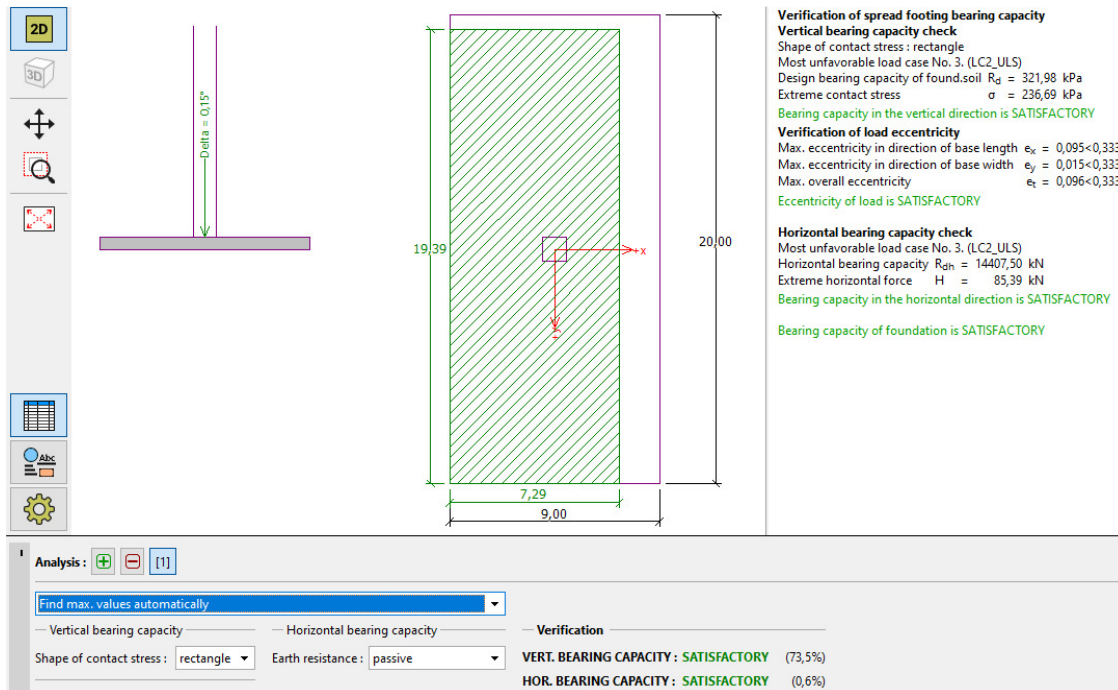
PRESJEK 2-2



$R_d$	=	312,79 kPa	Dopušteno opterećenje tla
$\sigma$	=	125,57 kPa	Maksimalno kontaktno naprezanje

$\sigma$	=	104,55 kPa	maksimalno kontaktno naprezanje
$s$	=	17,4 mm	slijeganje
$k$	=	6.000 kN/m <sup>3</sup>	koeficijent reakcije podloge

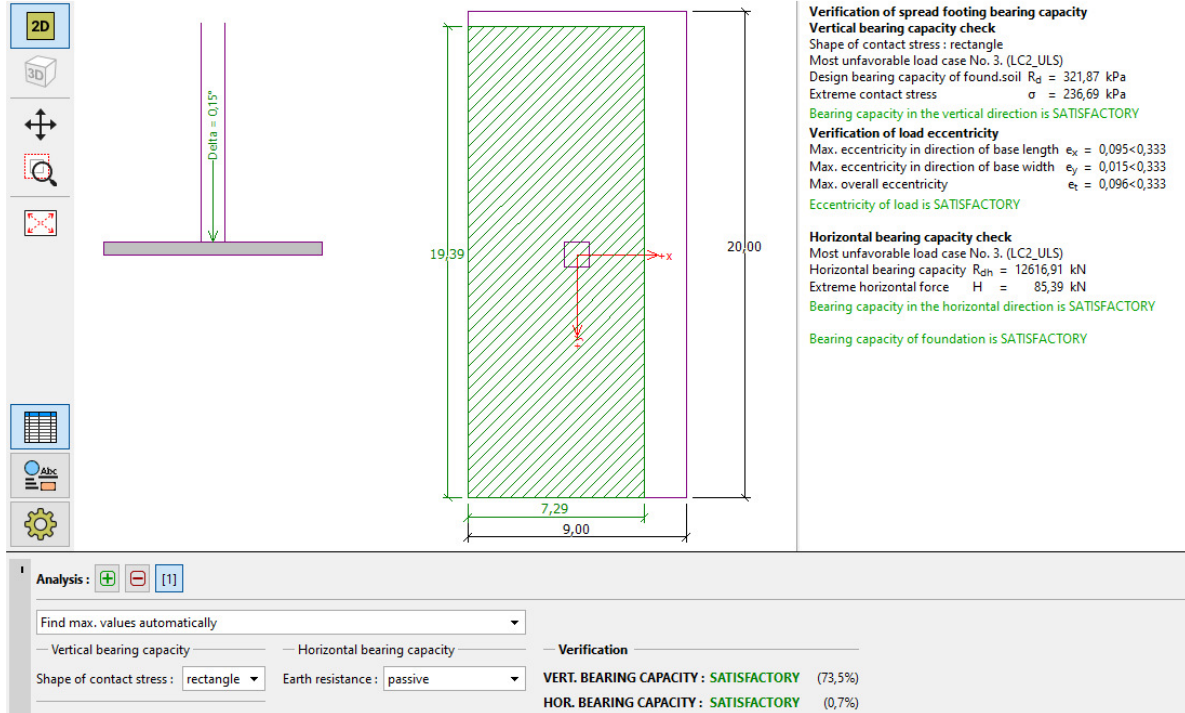
TEMELJNA PLOČA PRESJEK 1-1 – model 1



$R_d$	=	321,98 kPa	Dopušteno opterećenje tla
$\sigma$	=	236,69 kPa	Maksimalno kontaktno naprezanje

$\sigma$	=	175,32 kPa	maksimalno kontaktno naprezanje
s	=	68,1 mm	slijeganje
k	=	2.500 kN/m <sup>3</sup>	koeficijent reakcije podloge

TEMELJNA PLOČA PRESJEK 2-2 – model 2



$R_d$	=	321,87	kPa	Dopušteno opterećenje tla
$\sigma$	=	236,69	kPa	Maksimalno kontaktno naprežanje

$\sigma$	=	175,32	kPa	maksimalno kontaktno naprežanje
s	=	49,3	mm	slijeganje
k	=	3.500	kN/m <sup>3</sup>	koeficijent reakcije podloge

**Setovi površinskih ležajeva**

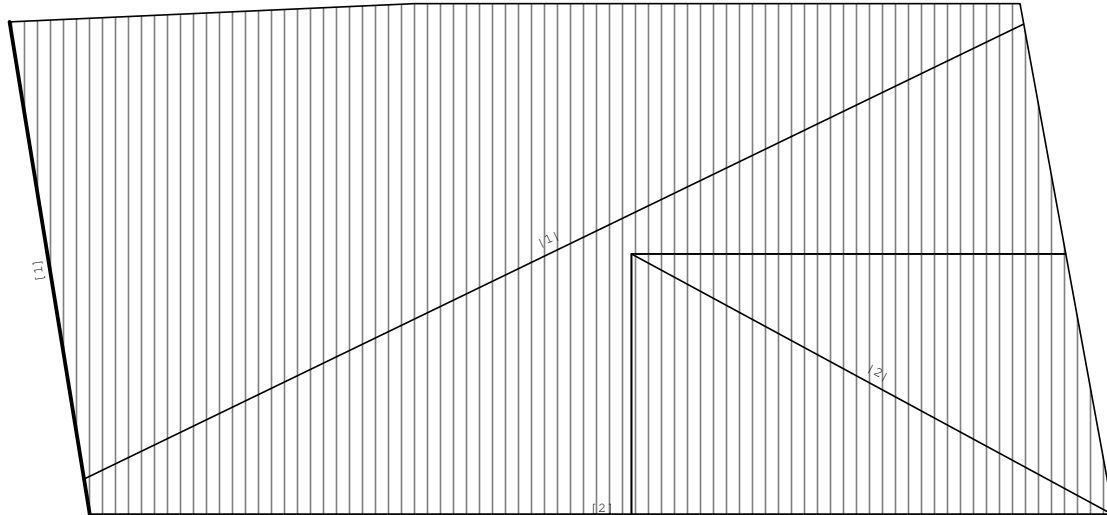
Set	K,R1	K,R2	K,R3
-----	------	------	------

1	3.500e+3	3.500e+3	3.500e+3
2	2.500e+3	2.500e+3	2.500e+3

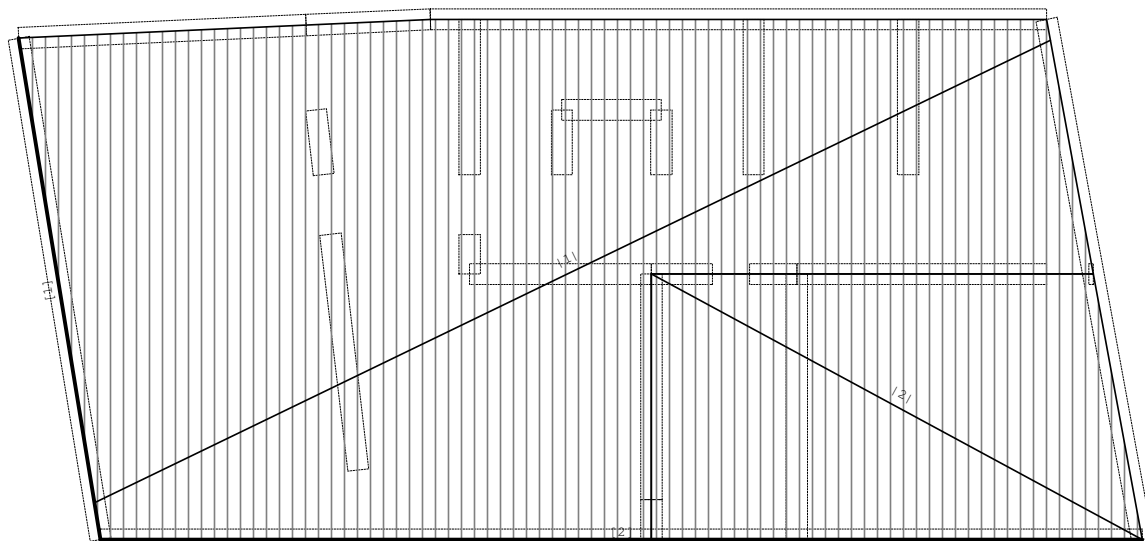
**Setovi linijskih ležajeva**

Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
-----	------	------	------	------	---------

1	5.000e+3	5.000e+3	5.000e+3		
2	3.700e+3	3.700e+3	3.700e+3		

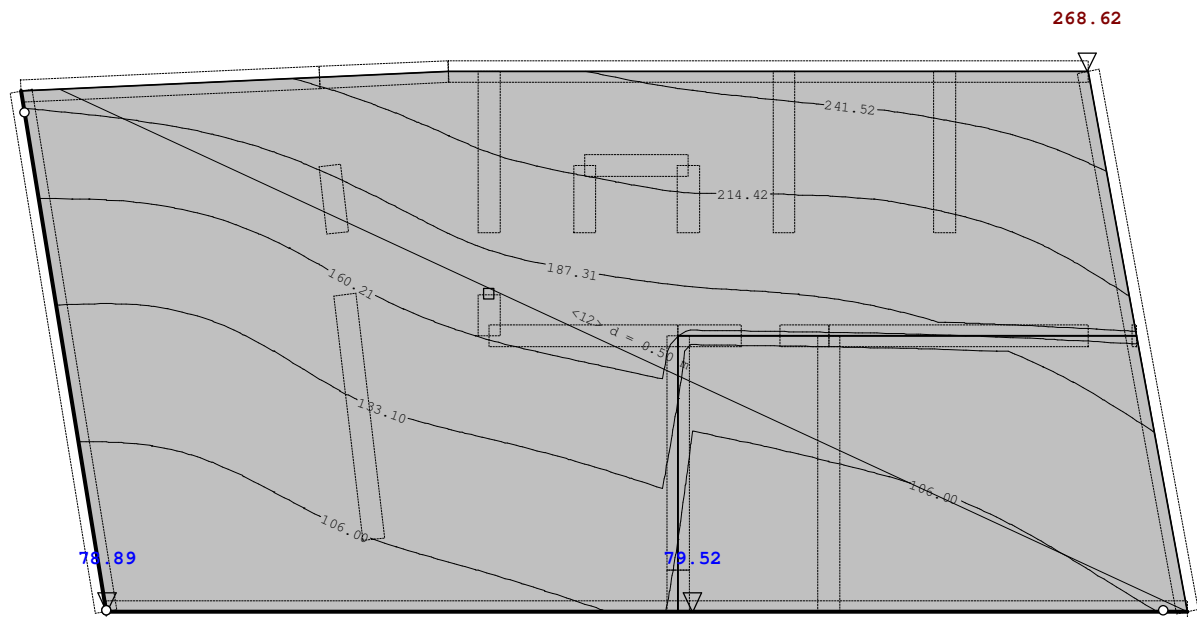


Nivo: poz 000 - temelji [-2.45 m]  
Dispozicija presjeka

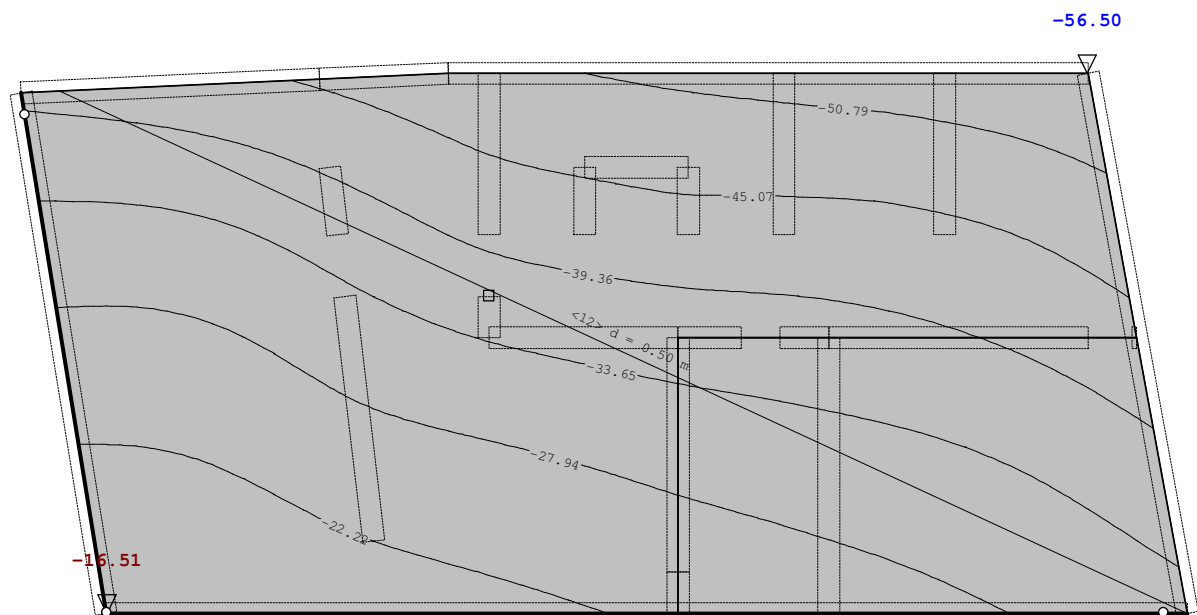


Nivo: poz 000 - temelji [-2.45 m]  
Dispozicija presjeka

Opt. 11: 1.35xI+1.5xII



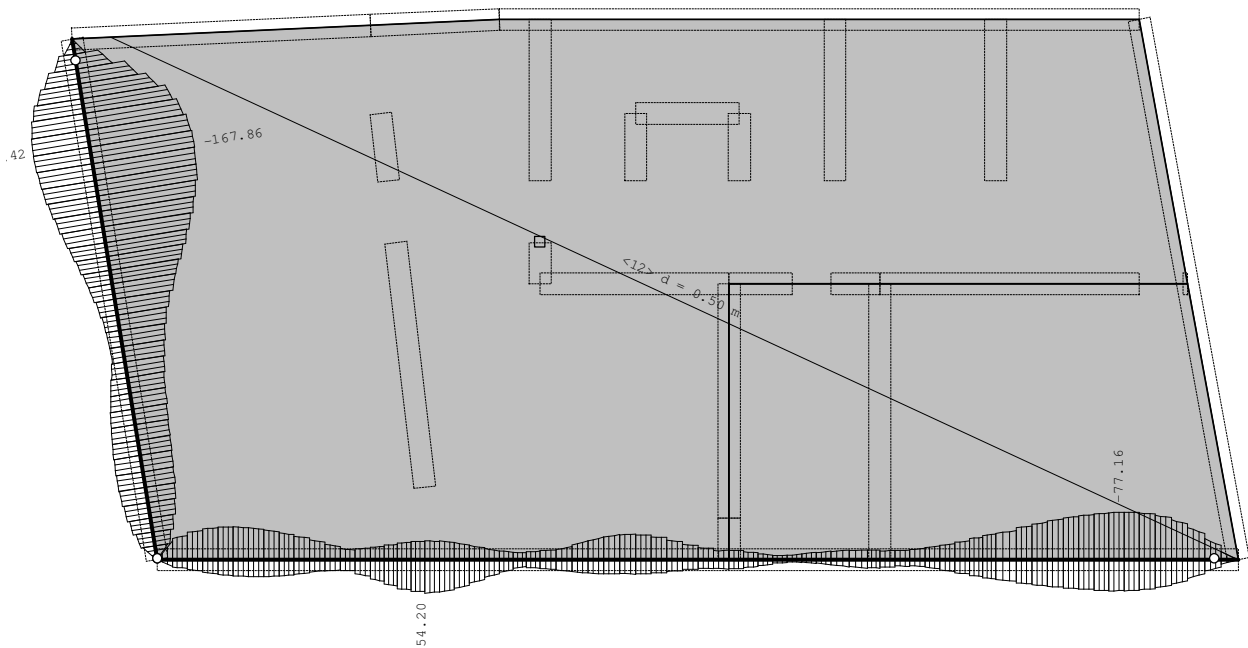
Nivo: poz 000 - temelji [-2.45 m]  
Utjecaji u pov. ležaju: max  $\sigma_{tla}$  = 268.62 / min  $\sigma_{tla}$  = 78.89 kN/m<sup>2</sup>  
Opt. 10: I+II



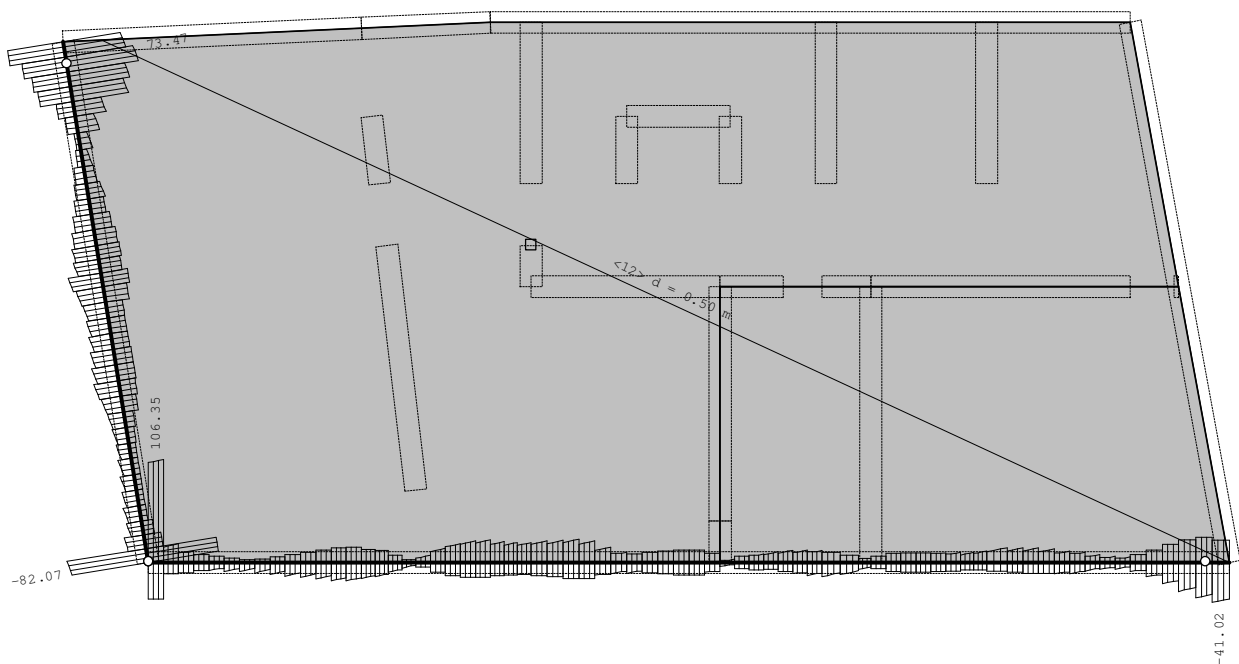
Nivo: poz 000 - temelji [-2.45 m]  
Utjecaji u pov. ležaju: max  $s_{tla}$  = -16.51 / min  $s_{tla}$  = -56.50 m / 1000



Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19

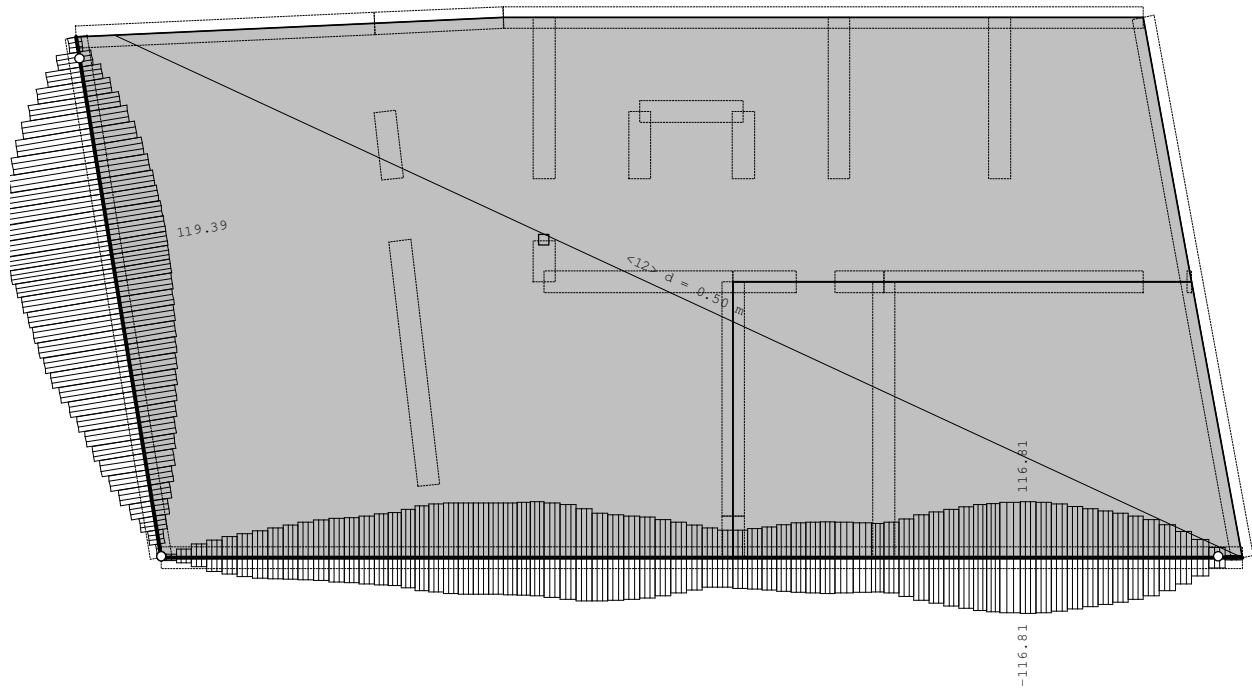


Nivo: poz 000 - temelji [-2.45 m]  
Utjecaji u gredi: max M3= 92.42 / min M3= -167.86 kNm  
Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19



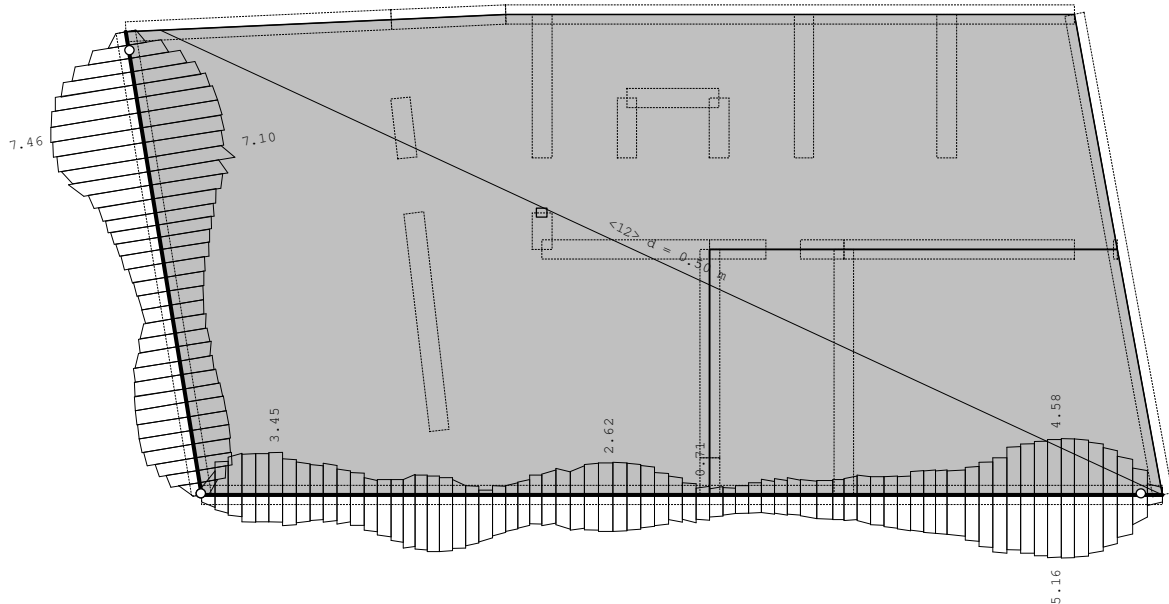
Nivo: poz 000 - temelji [-2.45 m]  
Utjecaji u gredi: max T2= 106.35 / min T2= -82.07 kN

Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19

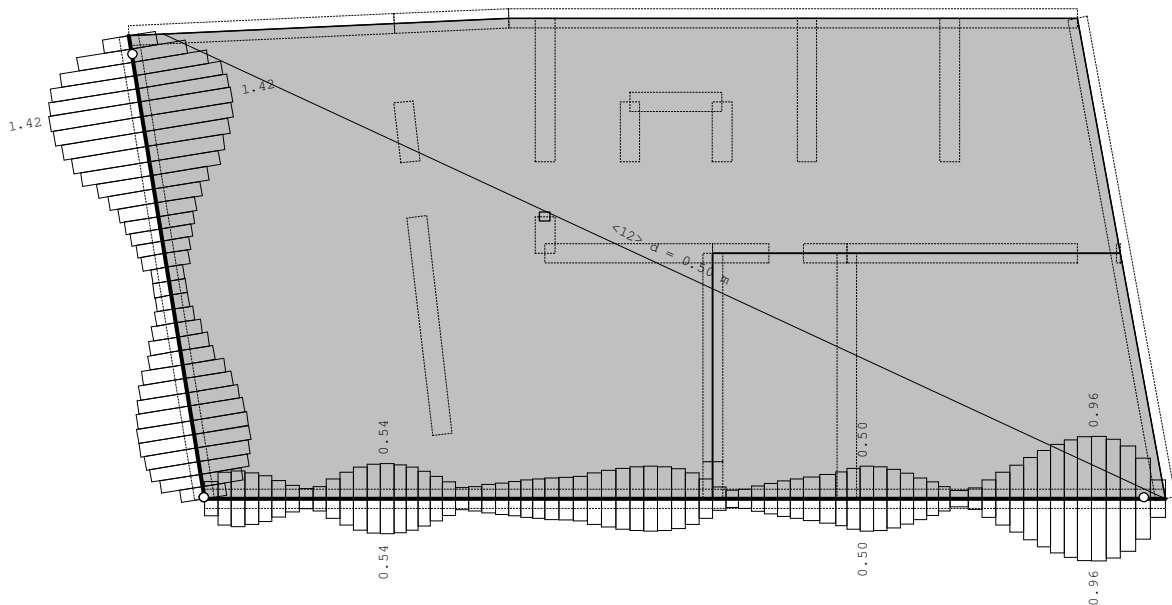


Nivo: poz 000 - temelji [-2.45 m]  
Utjecaji u gredi: max N1= 119.39 / min N1= -215.92 kN

Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B

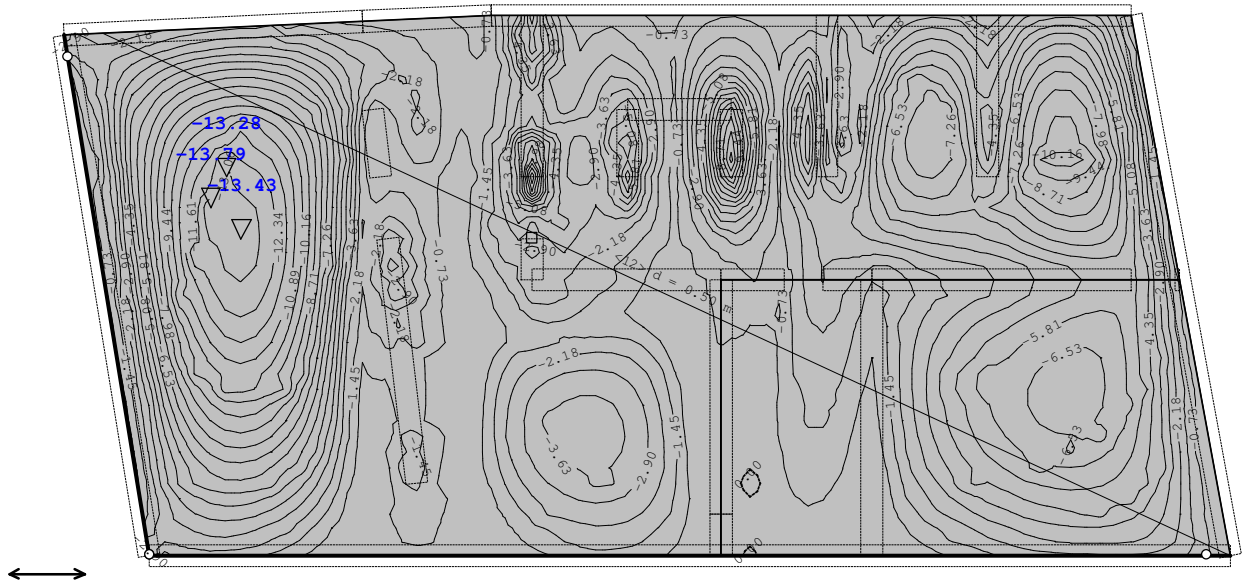


Nivo: poz 000 - temelji [-2.45 m]  
Armatura u gredama: max  $Aa2/Aa1 = 7.10 / 7.46 \text{ cm}^2$   
Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B

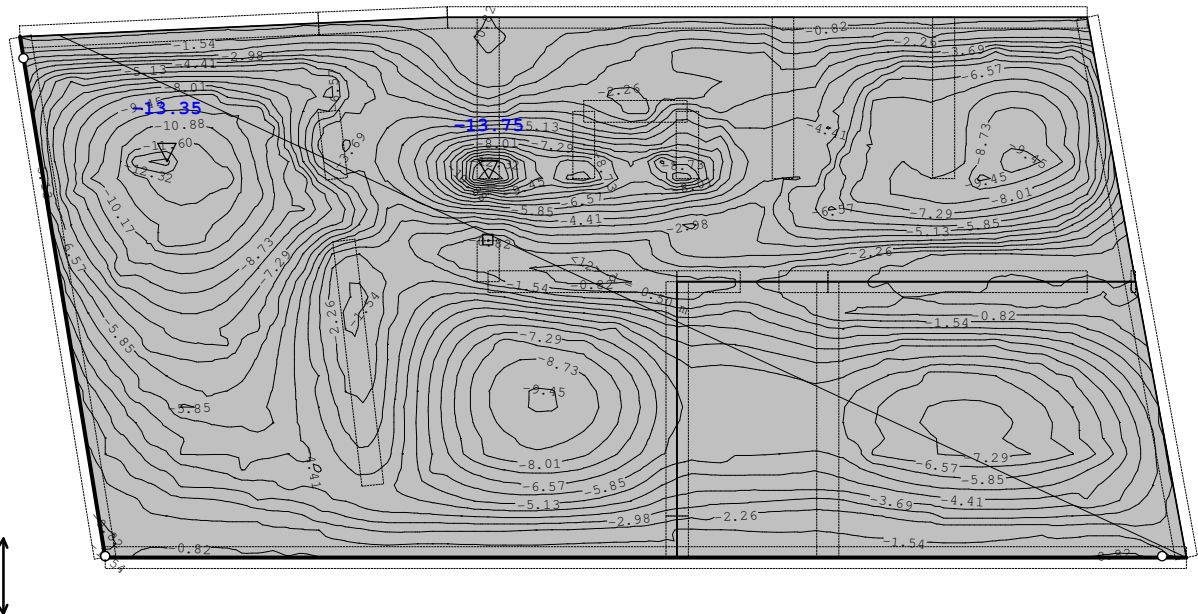


Nivo: poz 000 - temelji [-2.45 m]  
Armatura u gredama: max  $Aa3/Aa4 = 1.42 / 1.42 \text{ cm}^2$

Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B, a=2.00 cm

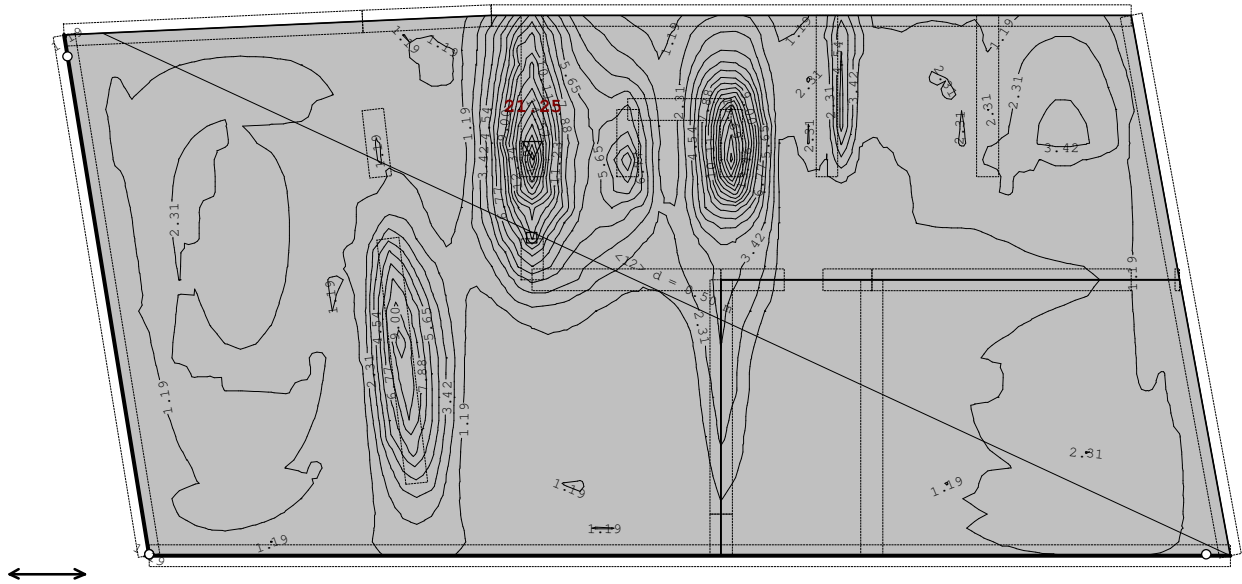


Nivo: poz 000 - temelji [-2.45 m]  
Aa - g.zona - Pravač 1 - max Aa1,g= -13.79 cm<sup>2</sup>/m  
Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B, a=2.00 cm

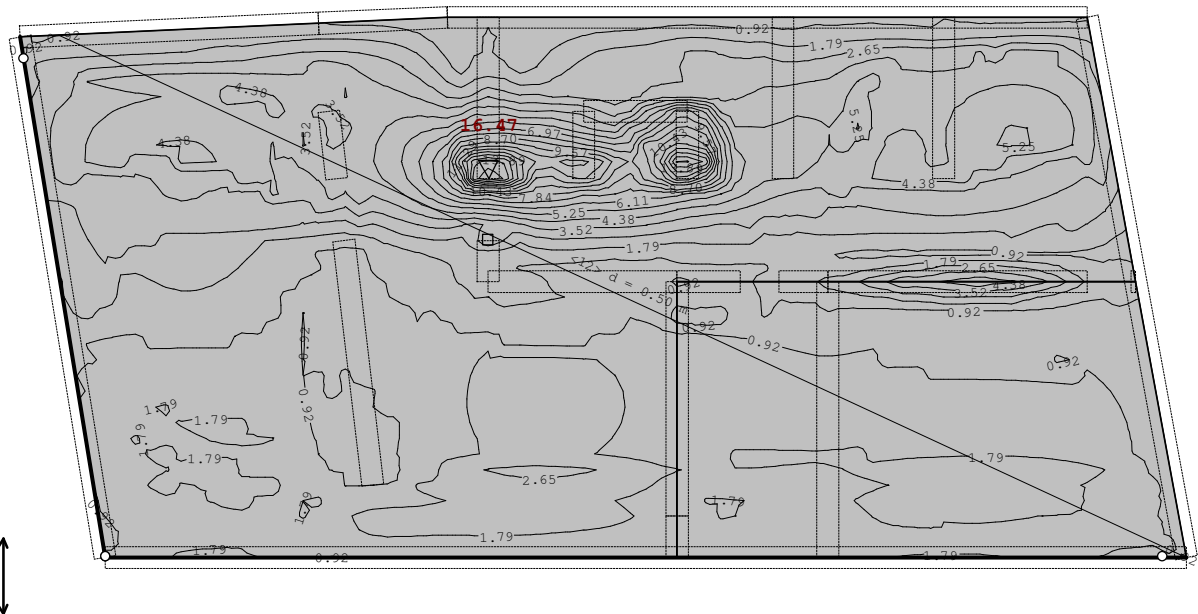


Nivo: poz 000 - temelji [-2.45 m]  
Aa - g.zona - Pravač 2 - max Aa2,g= -13.75 cm<sup>2</sup>/m

Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B, a=2.00 cm



Nivo: poz 000 - temelji [-2.45 m]  
Aa - d.zona - Pravac 1 - max Aa1,d= 21.25 cm<sup>2</sup>/m  
Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B, a=2.00 cm



Nivo: poz 000 - temelji [-2.45 m]  
Aa - d.zona - Pravac 2 - max Aa2,d= 16.47 cm<sup>2</sup>/m

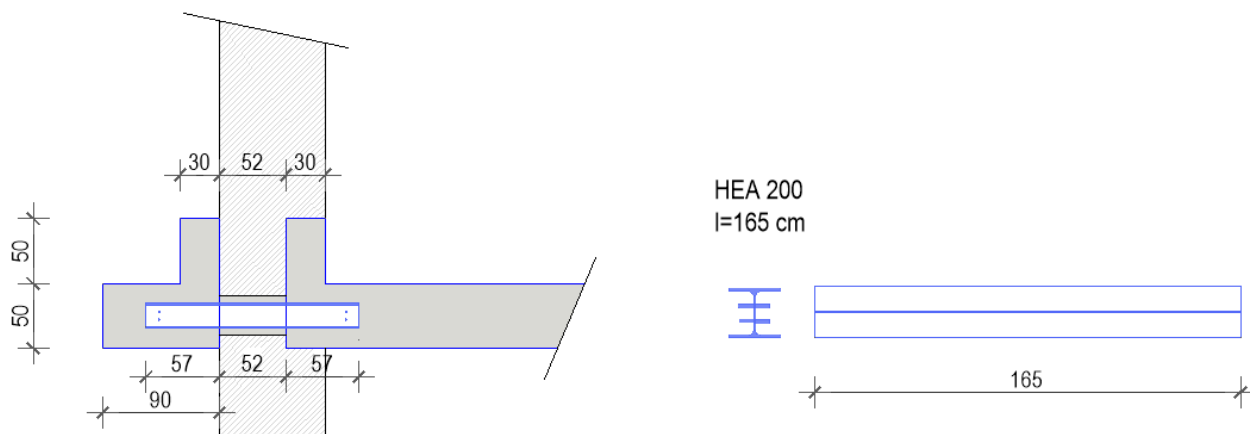
Temeljnu ploču potrebno je izvoditi kampadno u više faza. Predviđena je postupna izvedba temeljne ploče i temeljnih traka u 9 faza.

Uz ulične fasade na istoku i jugu izvodi se nova temeljna traka L presjeka koja se povezuje s novom AB pločom kroz postojeći zid preko čeličnih profila HEA 200. Na mjestu prolaska profila kroz postojeći zid buši se rupa promjera 300mm. Kroz rupu se postavlja HEA profil sa zavarenim moždanicima, te se prilikom betoniranja kampada betonom zatvara i rupa oko čeličnog profila.

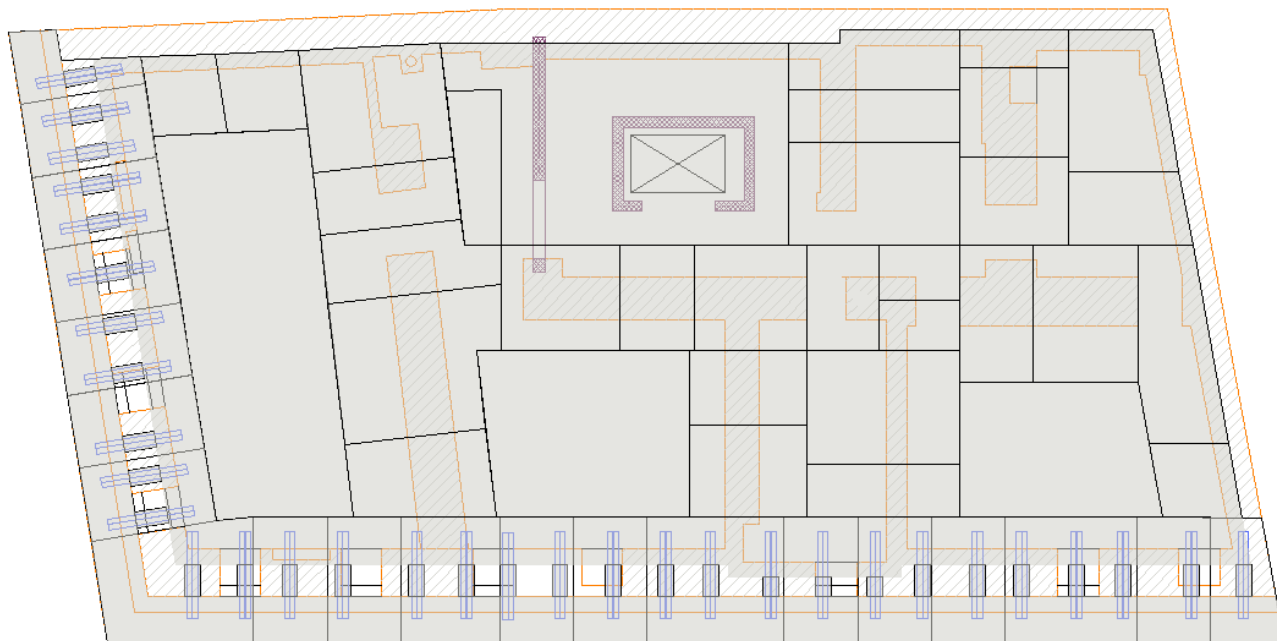
Razmak profila iznosi otprilike 100cm, ovisno o dimenzijama i položaju kampade unutar koje se nalazi.

Prilikom iskopa za svaku kampadu predviđen je iskop širi za 60cm na svaku stranu od površine betoniranja radi ostavljanja ankera armature za povezivanje sa susjednom kampadom.

Skica postavljanja čeličnih profila:



U nastavku prikaz kampada. Prilikom određivanja Redoslijeda izvođenja kampada vođeno je računa o raznim fazama izvedbe npr. polja oko jezgre se kreću izvoditi u prvoj fazi tako da se na novoizvedene ploče mogu osloniti podupirači na koje se oslanja stropna konstrukcija radi mogućnosti početka rušenja južnog zida stubišta i jezgre dizala te naknadnog izvođenja novih AB zidova.



Točni prikaz Redoslijeda svih 9 faza je prikazan na kraju projekta u grafičkim prilogima.

### 4.3 Proračun ojačanja vertikalne konstrukcije

#### 4.3.1 Prikaz ulaznih podataka

##### Shema nivoa

Naziv	z [m]	h [m]
-------	-------	-------

poz 500 - strop potkrovlja	15.05	2.60
poz 400 - strop 2. kata	12.45	3.65
poz 300 - strop 1. kata	8.80	4.05

poz 200 - strop prizemlja	4.75	4.00
poz 100 - strop podruma	0.75	3.20
poz 000 - temelji	-2.45	

##### Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m <sup>2</sup> ]	$\mu$	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\alpha$ [1/C]	Em[kN/m <sup>2</sup> ]	$\mu$ m
----	------------------	-----------------------	-------	-------------------------------	----------------	------------------------	---------

1	Opeka - stari zid	5.250e+5	0.20	18.00	1.000e-5	5.250e+5	0.20
2	Beton MB 30	3.150e+7	0.20	7.86	1.000e-5	3.150e+7	0.20
3	Beton MB 30	3.050e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.150e+7	0.20
4	C25/30 sprengnuta ploča	3.100e+7	0.20	30.00	1.000e-5	3.100e+7	0.20
5	C25/30 sprengnuta ploča svod	3.100e+7	0.20	90.25	1.000e-5	3.100e+7	0.20
6	torkret	2.000e+7	0.22	22.00	1.000e-5	5.000e+5	0.20
7	Beton MB 20	2.850e+7	0.20	25.00	1.000e-5	2.850e+7	0.20

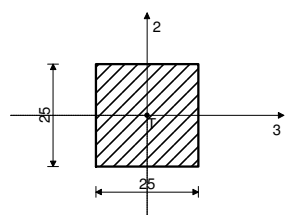
##### Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m <sup>2</sup> ]	G[kN/m <sup>2</sup> ]	$\alpha$
----	------	------	-----------	---------------	-------------	------------------------	-----------------------	----------

<1>	0.890	0.445	1	Opeka/Blokovi	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, $\gamma$ x 1; SE: Em x 0.5, E x 0.5, $\gamma$ x 1;							
<2>	0.740	0.370	1	Opeka/Blokovi	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, $\gamma$ x 1; SE: Em x 0.5, E x 0.5, $\gamma$ x 1;							
<3>	0.590	0.295	1	Opeka/Blokovi	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, $\gamma$ x 1; SE: Em x 0.5, E x 0.5, $\gamma$ x 1;							
<4>	0.440	0.220	1	Opeka/Blokovi	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, $\gamma$ x 1; SE: Em x 0.5, E x 0.5, $\gamma$ x 1;							
<5>	0.290	0.145	1	Opeka/Blokovi	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, $\gamma$ x 1; SE: Em x 0.5, E x 0.5, $\gamma$ x 1;							
<6>	0.800	0.400	1	Opeka/Blokovi	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, $\gamma$ x 1; SE: Em x 0.5, E x 0.5, $\gamma$ x 1;							
<7>	0.650	0.325	1	Opeka/Blokovi	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, $\gamma$ x 1; SE: Em x 0.5, E x 0.5, $\gamma$ x 1;							
<8>	0.350	0.175	2	Tanka ploča	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, $\gamma$ x 1; SE: Em x 0.5, E x 0.5, $\gamma$ x 1;							
<9>	0.200	0.100	1	Opeka/Blokovi	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, $\gamma$ x 1; SE: Em x 0.5, E x 0.5, $\gamma$ x 1;							
<10>	0.200	0.100	3	Tanka ploča	Anizotropna	0.000e+0	0.000e+0	90.00
	ST: Em x 1, E x 1, $\gamma$ x 1; SE: Em x 0.5, E x 0.5, $\gamma$ x 1;							
<11>	0.200	0.100	3	Tanka ploča	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, $\gamma$ x 1; SE: Em x 0.5, E x 0.5, $\gamma$ x 1;							
<12>	0.400	0.200	3	Tanka ploča	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, $\gamma$ x 1; SE: Em x 0.5, E x 0.5, $\gamma$ x 1;							
<13>	0.200	0.100	3	Tanka ploča	Anizotropna	0.000e+0	0.000e+0	0.00
<14>	0.200	0.100	3	Tanka ploča	Anizotropna	0.000e+0	0.000e+0	90.00
<15>	0.080	0.040	4	Tanka ploča	Anizotropna	0.000e+0	0.000e+0	10.00
<16>	0.080	0.040	4	Tanka ploča	Anizotropna	0.000e+0	0.000e+0	90.00
<17>	0.080	0.040	4	Tanka ploča	Anizotropna	0.000e+0	0.000e+0	0.00
<18>	0.080	0.040	5	Tanka ploča	Anizotropna	0.000e+0	0.000e+0	10.00
<19>	0.080	0.040	5	Tanka ploča	Anizotropna	0.000e+0	0.000e+0	0.00
<20>	0.080	0.040	5	Tanka ploča	Anizotropna	0.000e+0	0.000e+0	90.00
<21>	0.080	0.040	5	Tanka ploča	Anizotropna	0.000e+0	0.000e+0	100.00
<22>	0.250	0.125	3	Tanka ploča	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, $\gamma$ x 1; SE: Em x 0.5, E x 0.5, $\gamma$ x 1;							
<23>	0.650	0.325	6	Opeka/Blokovi	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, $\gamma$ x 1; SE: Em x 0.5, E x 0.5, $\gamma$ x 1;							

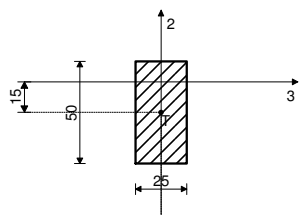
##### Setovi greda

Set: 2 Presjek: b/d=25/25, Fiktivna ekscentričnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
7 - Beton MB 20	6.250e-2	5.208e-2	5.208e-2	5.501e-4	3.255e-4	3.255e-4

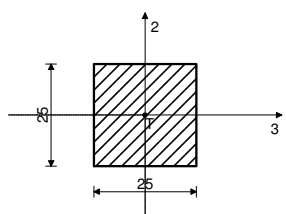
Set: 3 Presjek: b/d=25/50, Fiktivna ekscentričnost



[cm]

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Beton MB 30	1.250e-1	1.042e-1	1.042e-1	1.788e-3	6.510e-4	2.604e-3

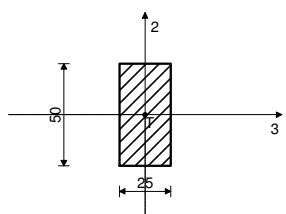
Set: 4 Presjek: b/d=25/25, Fiktivna ekscentričnost



[cm]

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Beton MB 30	6.250e-2	5.208e-2	5.208e-2	5.501e-4	3.255e-4	3.255e-4

Set: 5 Presjek: b/d=25/50, Fiktivna ekscentričnost



[cm]

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
5 - C25/30 spregn...	1.250e-1	1.042e-1	1.042e-1	1.788e-3	6.510e-4	2.604e-3

**Setovi površinskih ležajeva**

Set	K,R1	K,R2	K,R3
-----	------	------	------

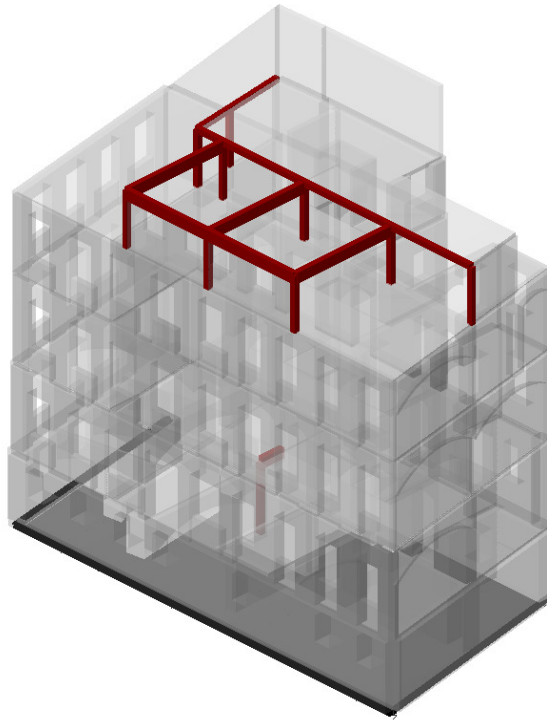
1	6.500e+3	6.500e+3	6.500e+3
---	----------	----------	----------

**Setovi linijskih ležajeva**

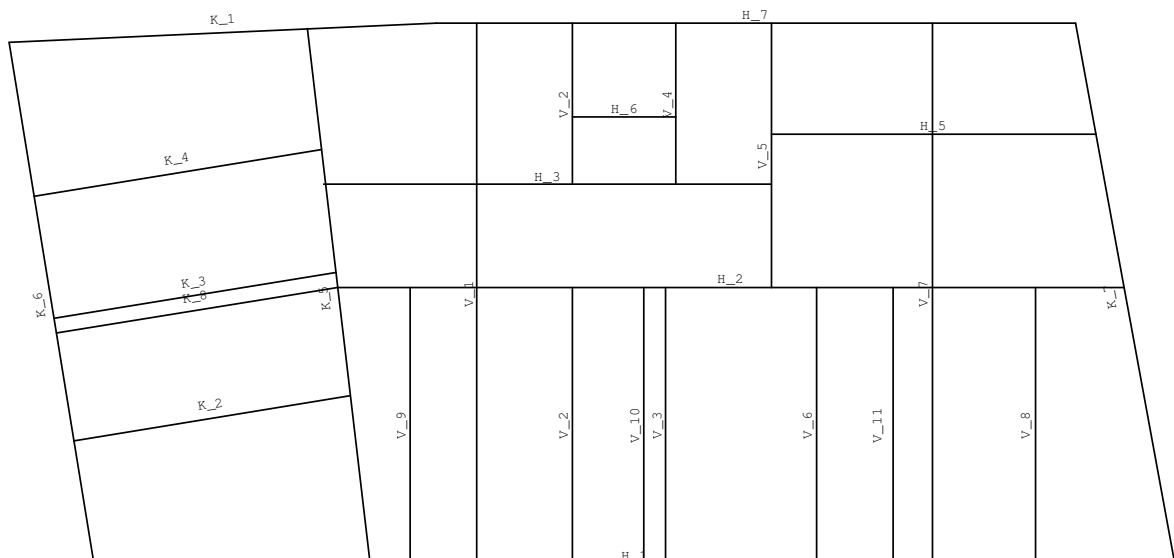
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
-----	------	------	------	------	---------

1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10		
---	-----------	-----------	-----------	--	--

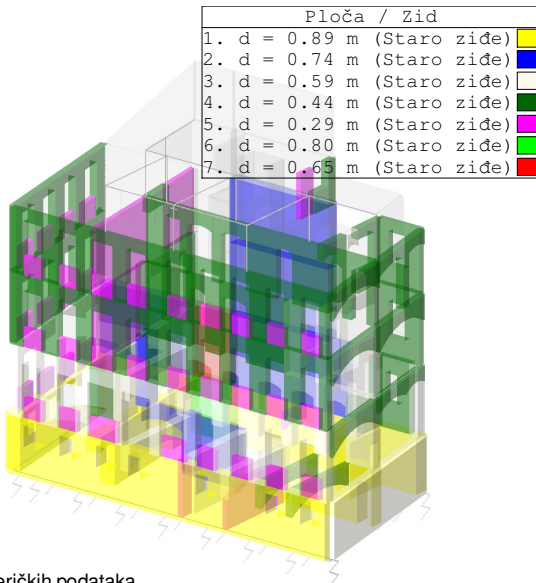




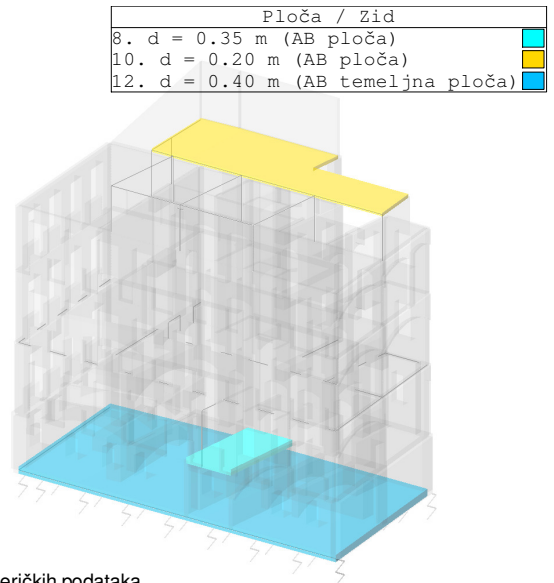
Izometrija



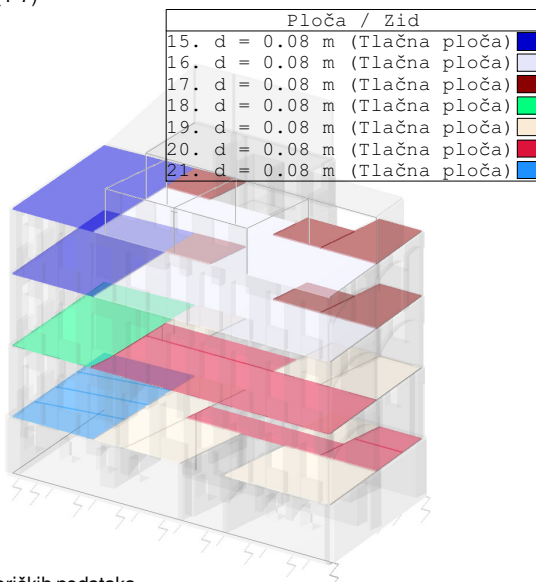
Dispozicija okvira



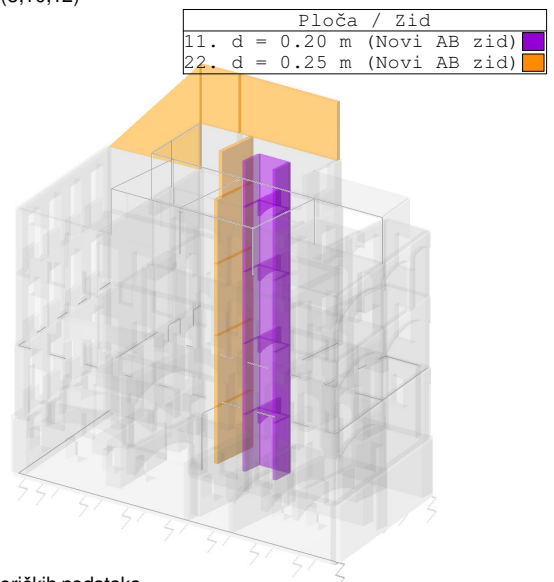
Setovi numeričkih podataka  
Ploča / Zid (1-7)



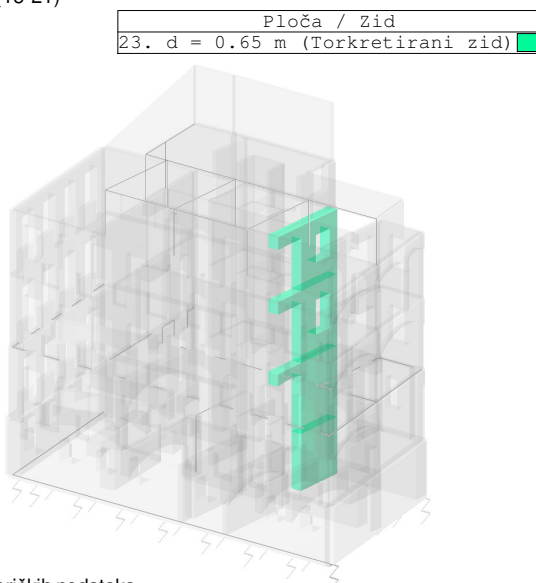
Setovi numeričkih podataka  
Ploča / Zid (8,10,12)



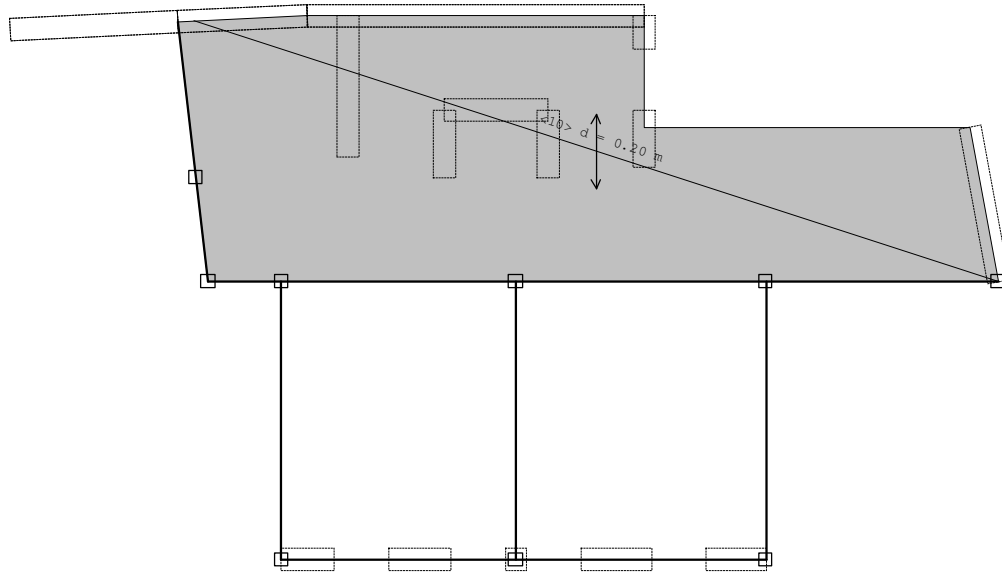
Setovi numeričkih podataka  
Ploča / Zid (15-21)



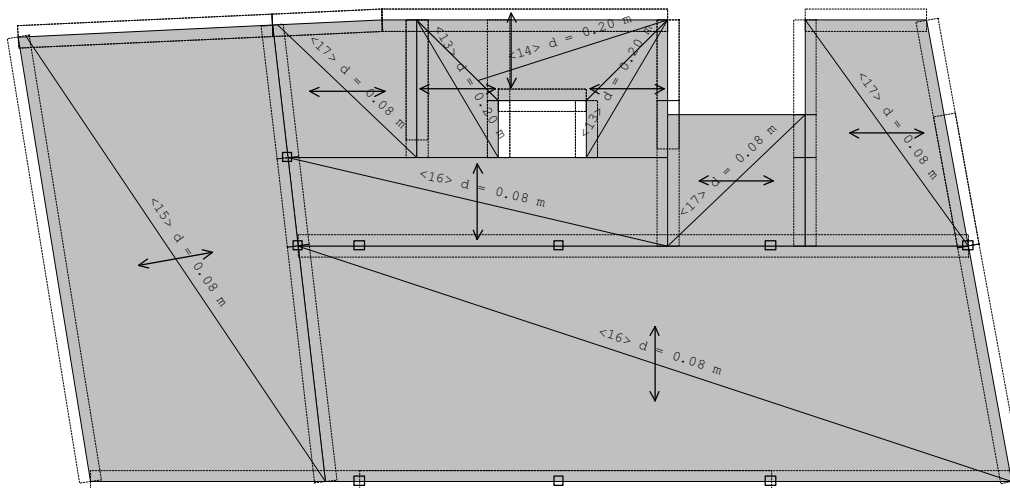
Setovi numeričkih podataka  
Ploča / Zid (11,22)



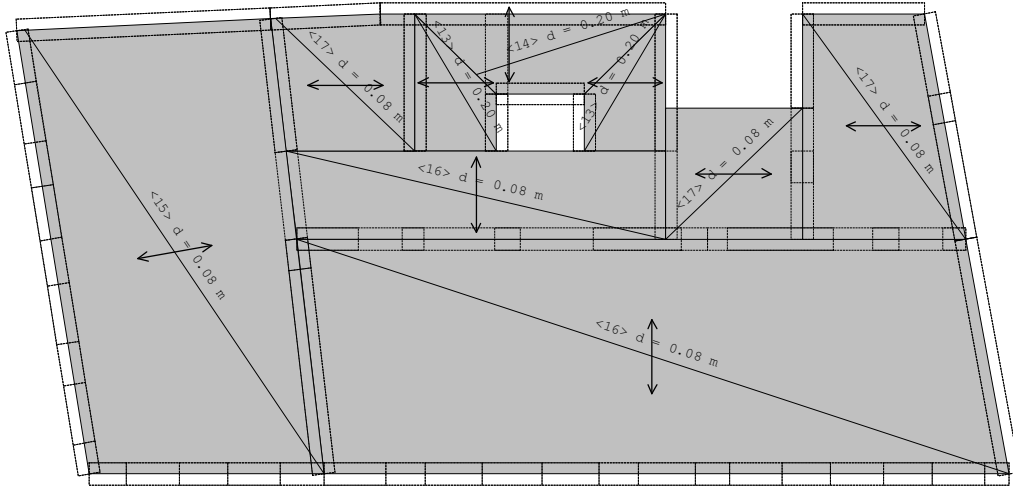
Setovi numeričkih podataka  
Ploča / Zid (23)



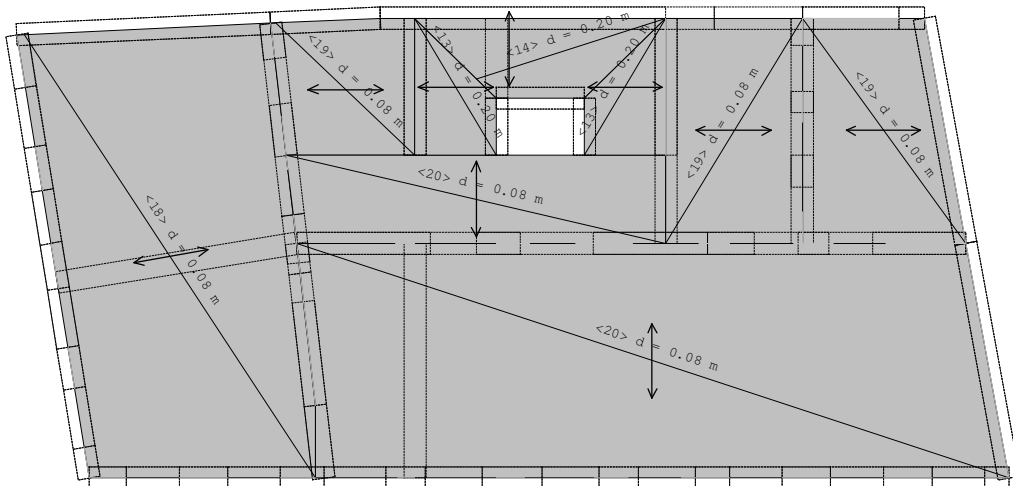
Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]



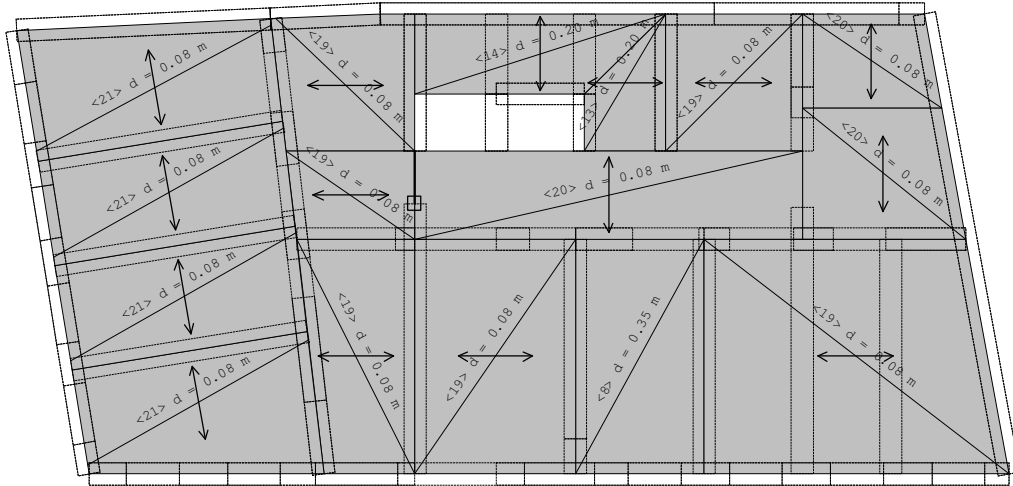
Nivo: poz 400 - strop 2. kata [12.45 m]



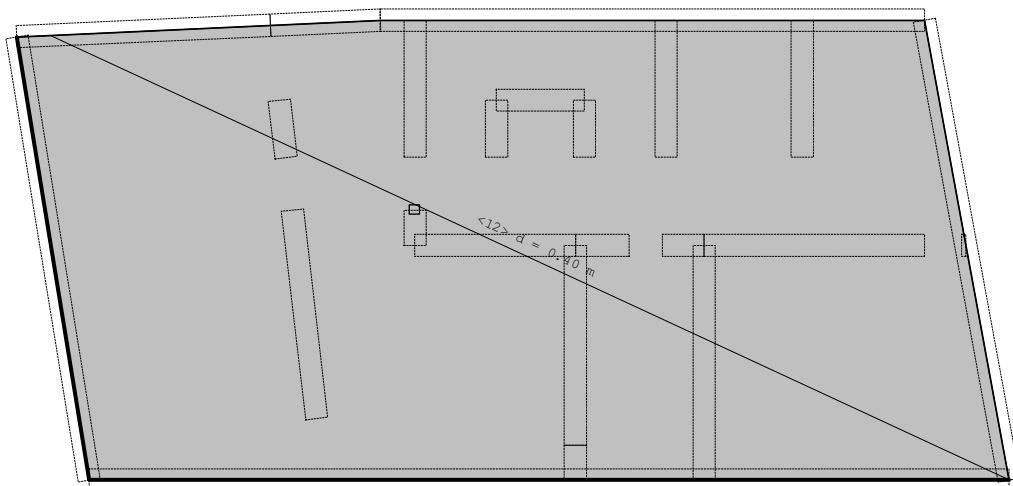
Nivo: poz 300 - strop 1. kata [8.80 m]



Nivo: poz 200 - strop prizemlja [4.75 m]



Nivo: poz 100 - strop podruma [0.75 m]



Nivo: poz 000 - temelji [-2.45 m]

### 4.3.2 Prikaz opterećenja

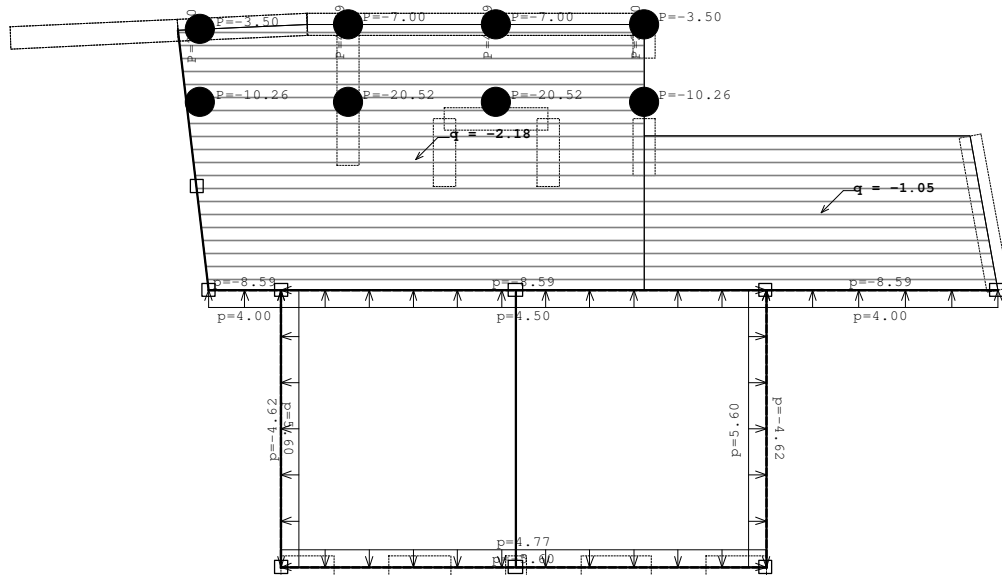
#### Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv
----	-------

1	Stalno (g)
2	Uporabno
3	Snijeg 1
4	Snijeg 2
5	Vjetar 0°cpi-
6	Vjetar 0°cpi+
7	Vjetar 90°cpi-
8	Edx
9	Edy
10	Komb.: I-II

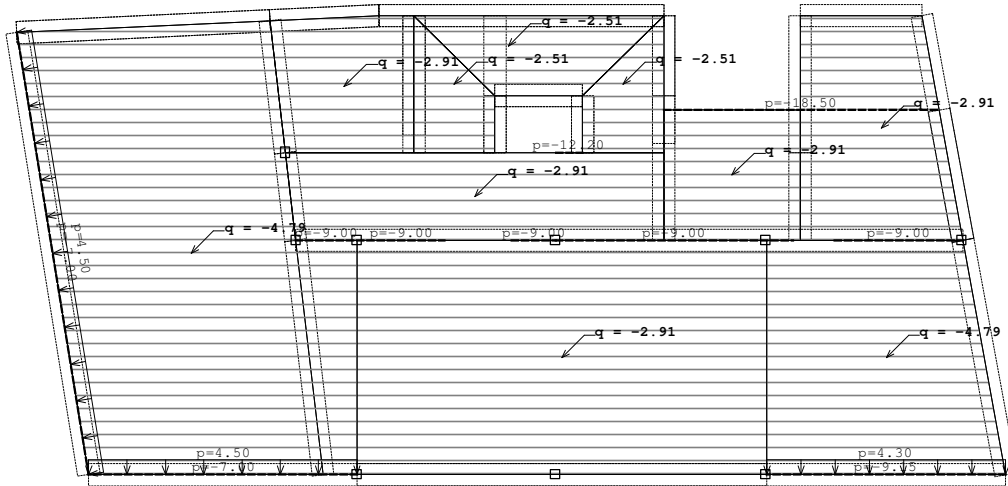
11	Komb.: 1.35xI+1.5xII
12	Komb.: I+0.3xII+VIII+0.3xIX
13	Komb.: VIII-0.3xIX
14	Komb.: 0.3xVIII+IX
15	Komb.: -0.3xVIII+IX
16	Komb.: -1xVIII+0.3xIX
17	Komb.: -1xVIII-0.3xIX
18	Komb.: 0.3xVIII-1xIX
19	Komb.: -0.3xVIII-1xIX

Opt. 1: Stalno (g)



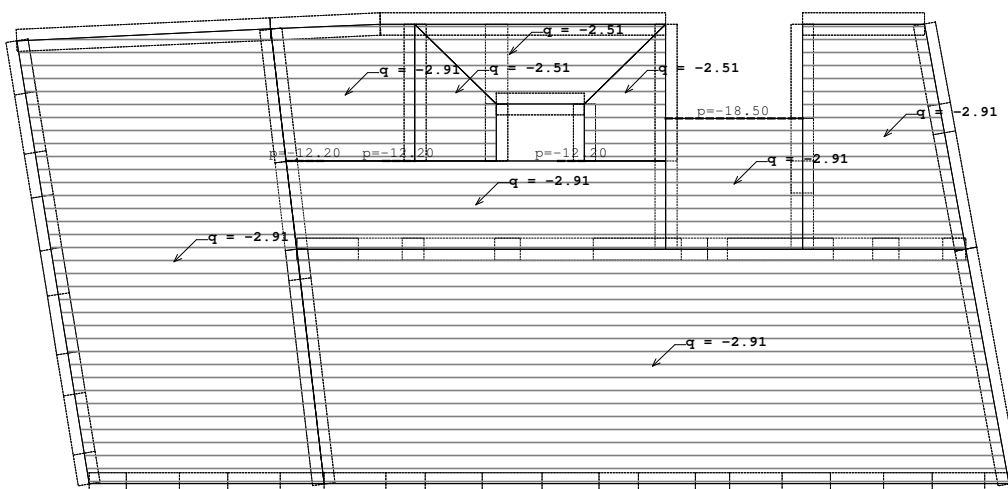
Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]

Opt. 1: Stalno (g)



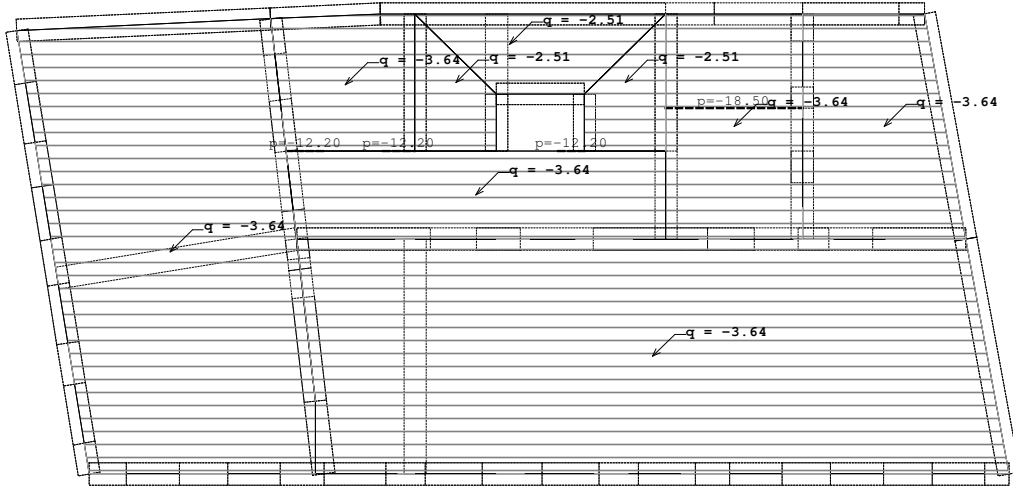
Nivo: poz 400 - strop 2. kata [12.45 m]

Opt. 1: Stalno (g)

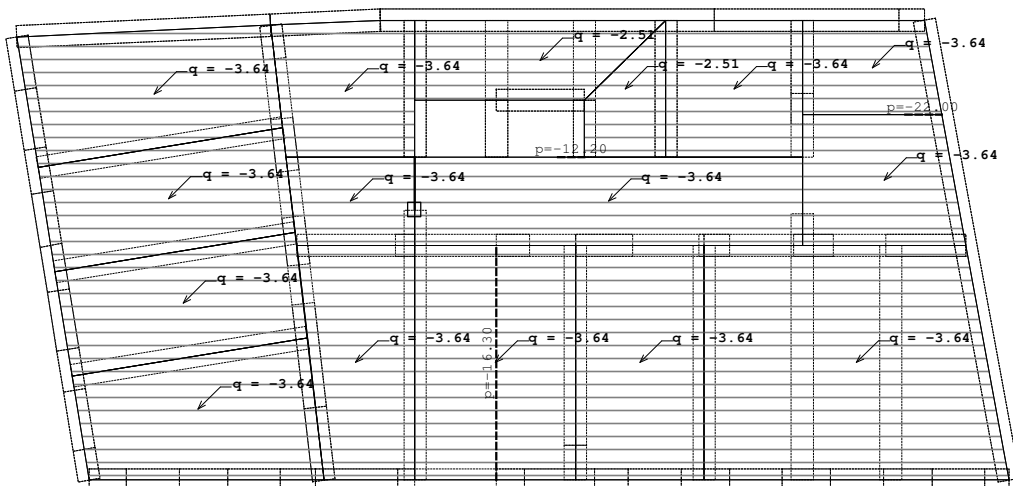


Nivo: poz 300 - strop 1. kata [8.80 m]

Opt. 1: Stalno (g)



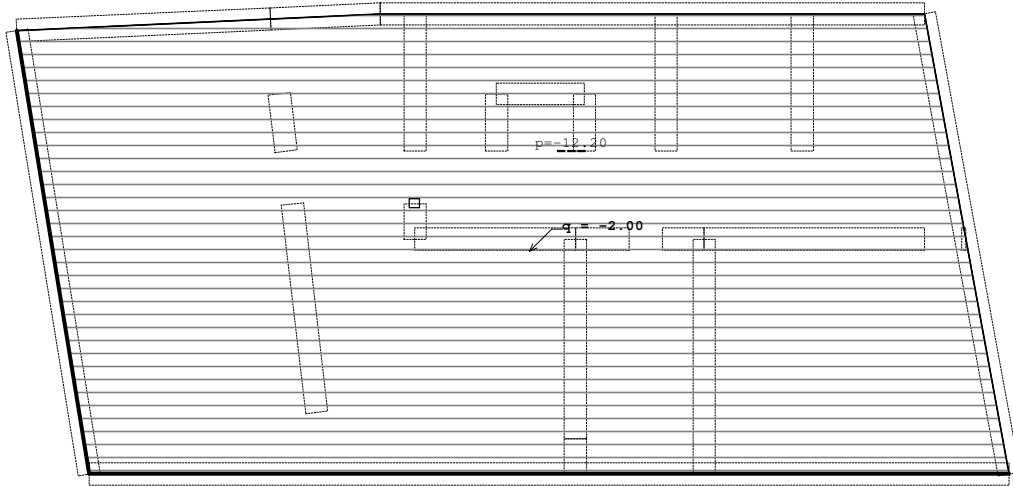
Nivo: poz 200 - strop prizemlja [4.75 m]  
Opt. 1: Stalno (g)



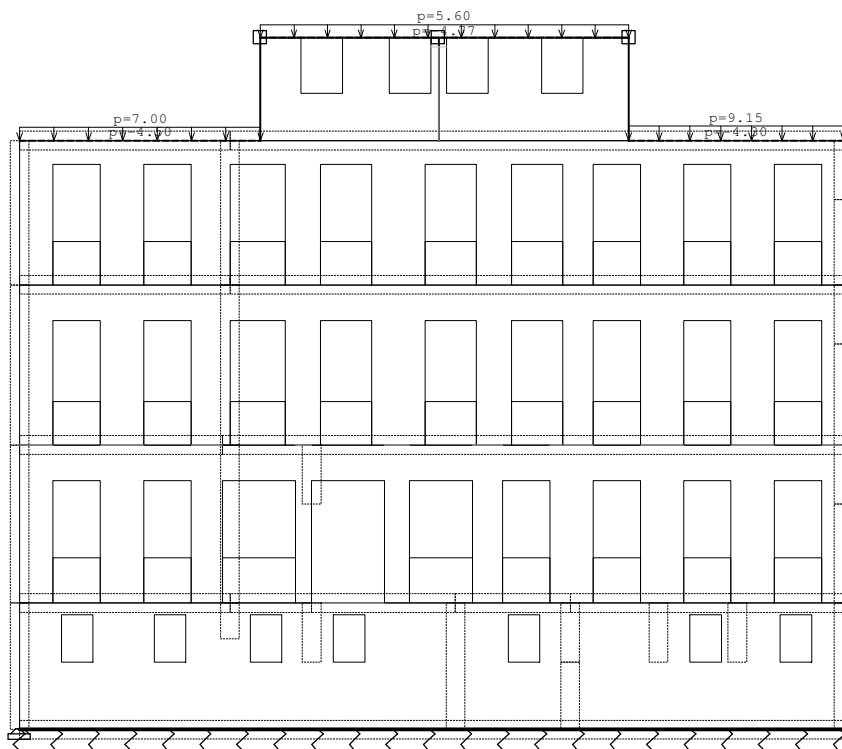
Nivo: poz 100 - strop podruma [0.75 m]



Opt. 1: Stalno (g)

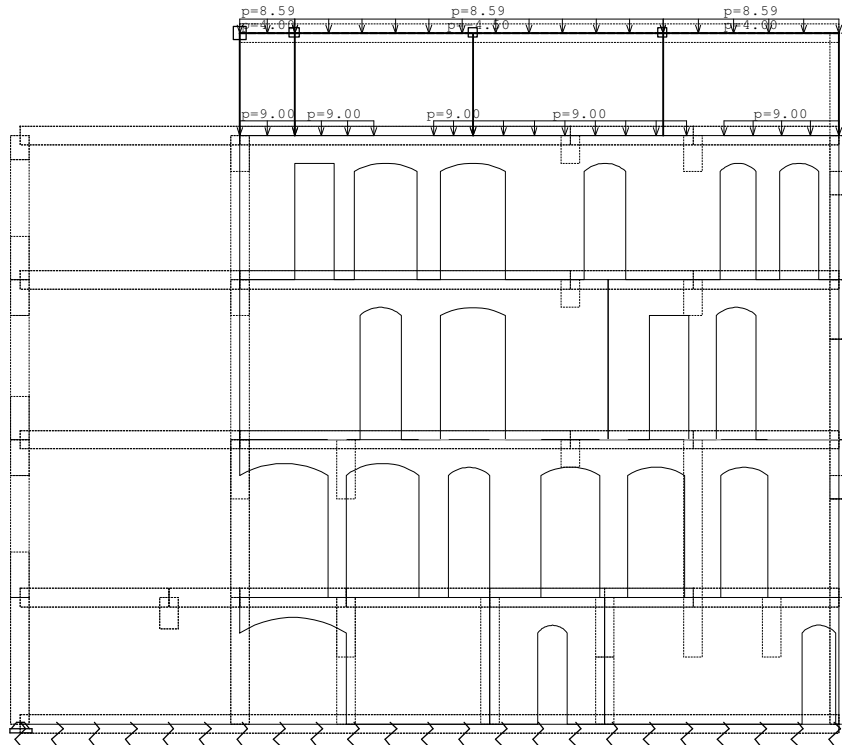


Nivo: poz 000 - temelji [-2.45 m]  
Opt. 1: Stalno (g)

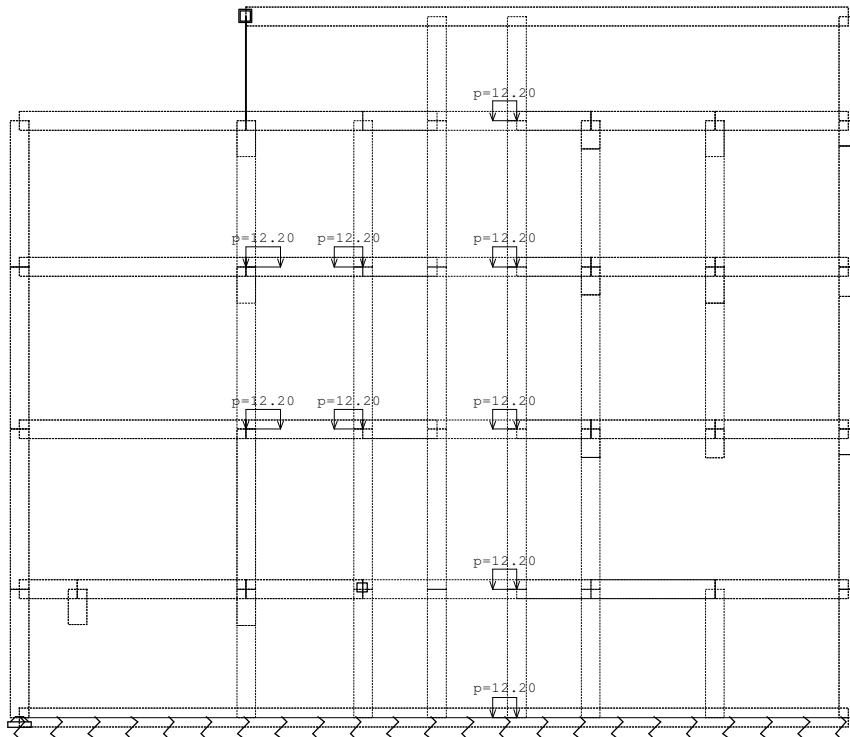


Okvir: H\_1

Opt. 1: Stalno (g)

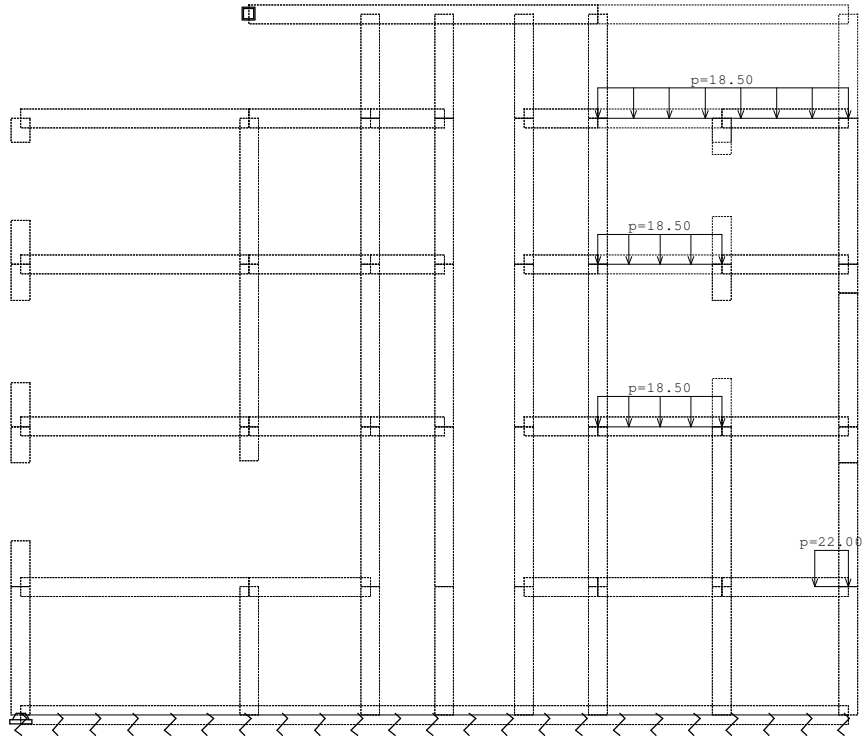


Okvir: H\_2  
Opt. 1: Stalno (g)

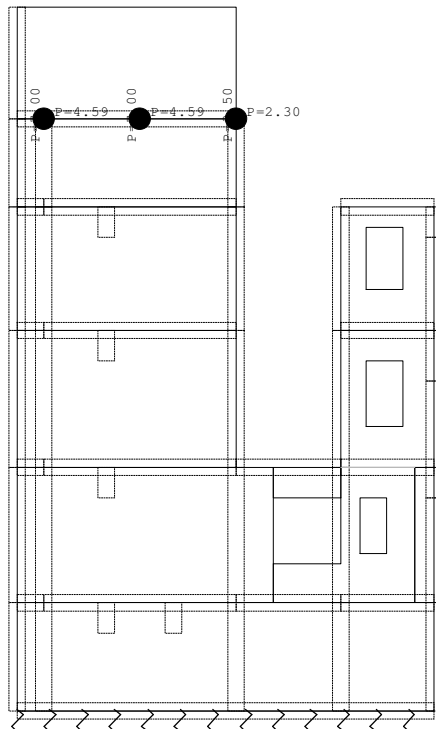


Okvir: H\_3

Opt. 1: Stalno (g)

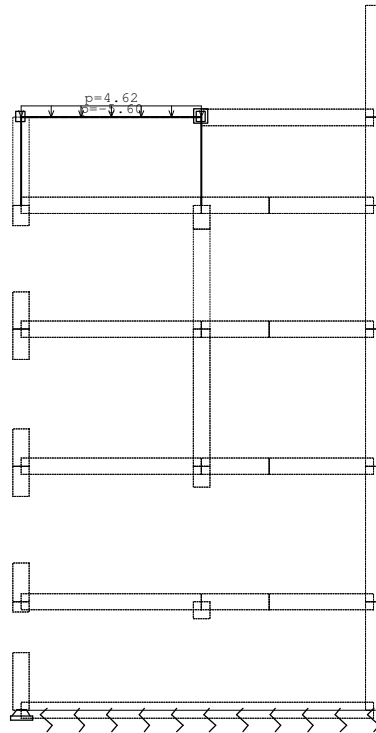


Okvir: H\_5  
Opt. 1: Stalno (g)

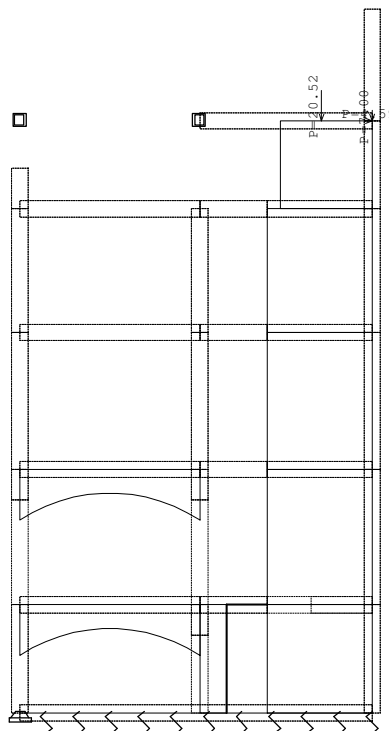


Okvir: H\_7

Opt. 1: Stalno (g)

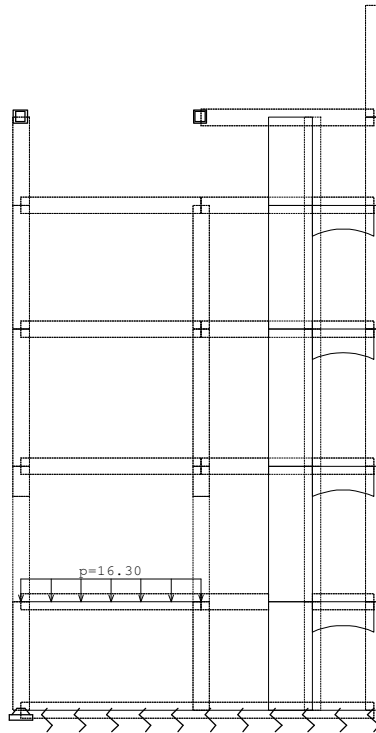


Okvir: V\_9  
Opt. 1: Stalno (g)

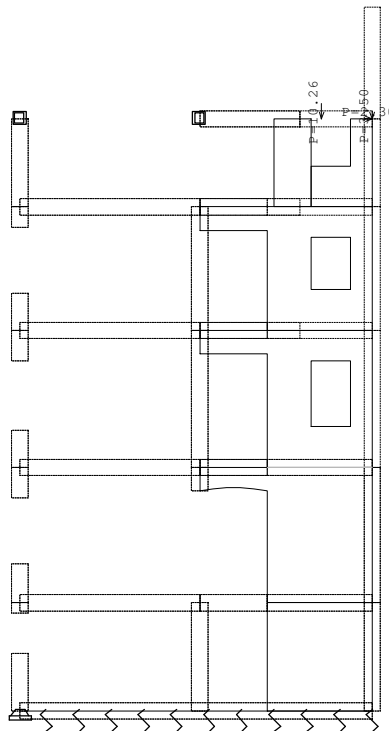


Okvir: V\_1

Opt. 1: Stalno (g)

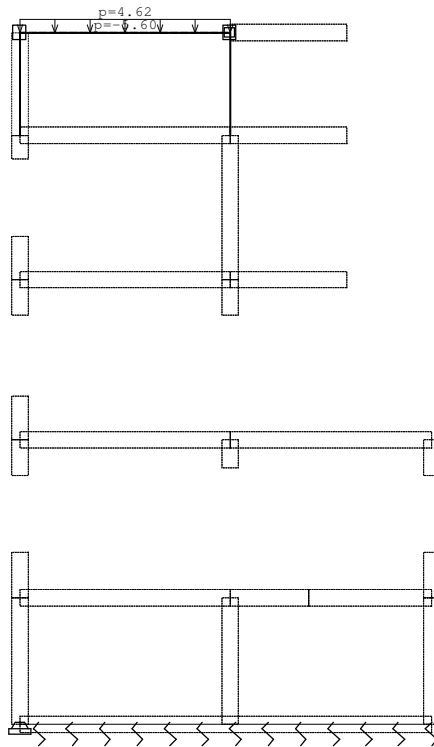


Okvir: V\_2  
Opt. 1: Stalno (g)

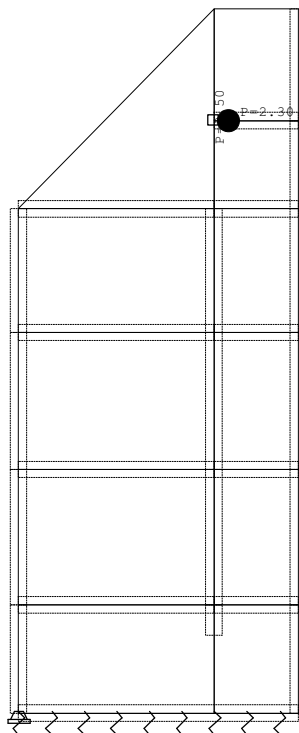


Okvir: V\_5

Opt. 1: Stalno (g)

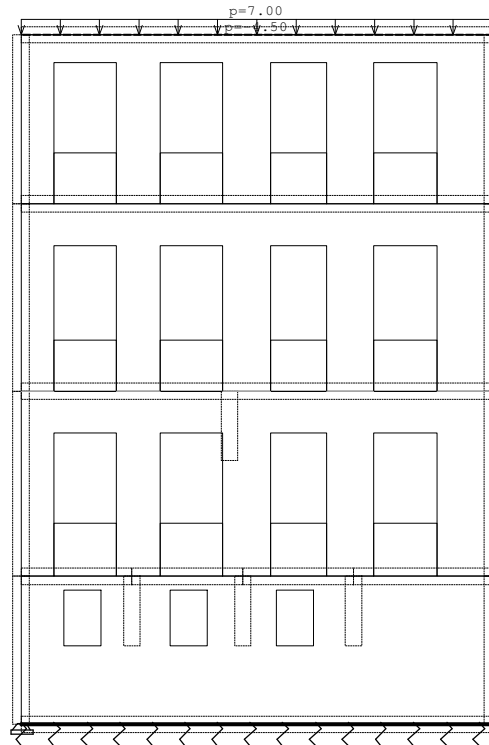


Okvir: V\_11  
Opt. 1: Stalno (g)

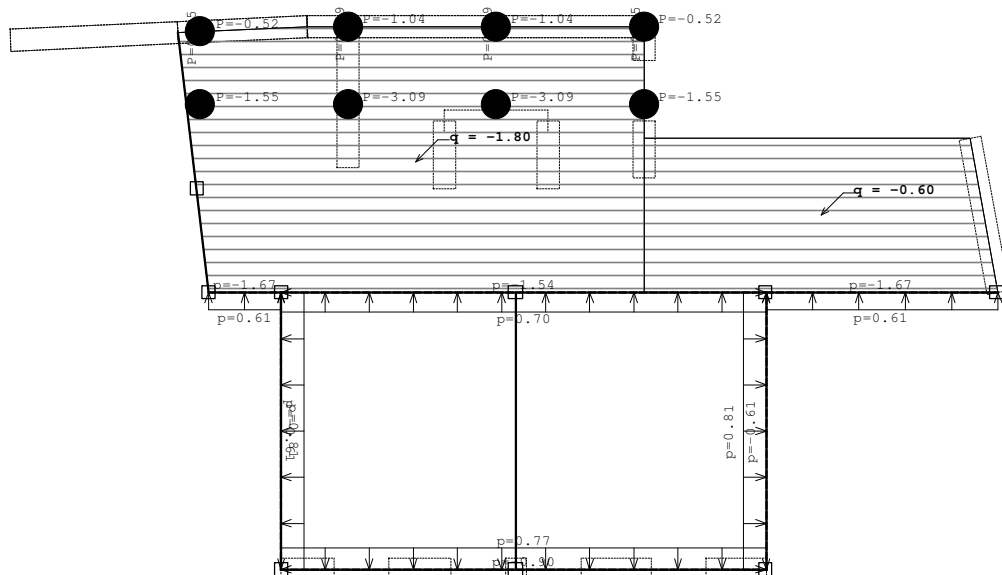


Okvir: K\_1

Opt. 1: Stalno (g)

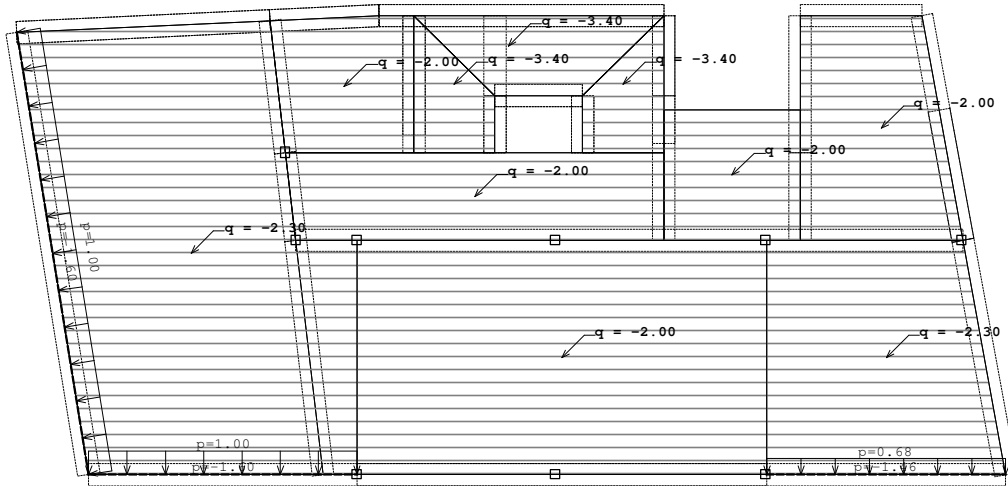


Okvir: K\_6  
 Opt. 2: Uporabno

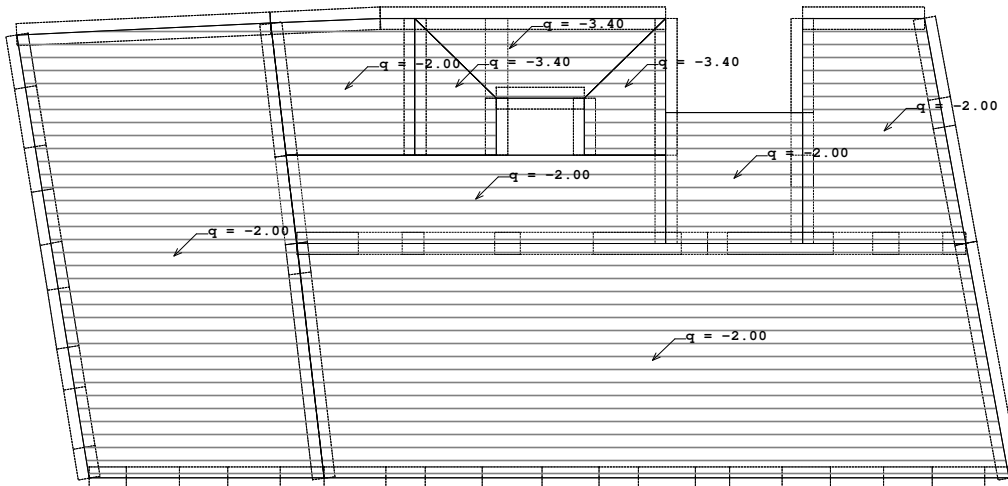


Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]

Opt. 2: Uporabno



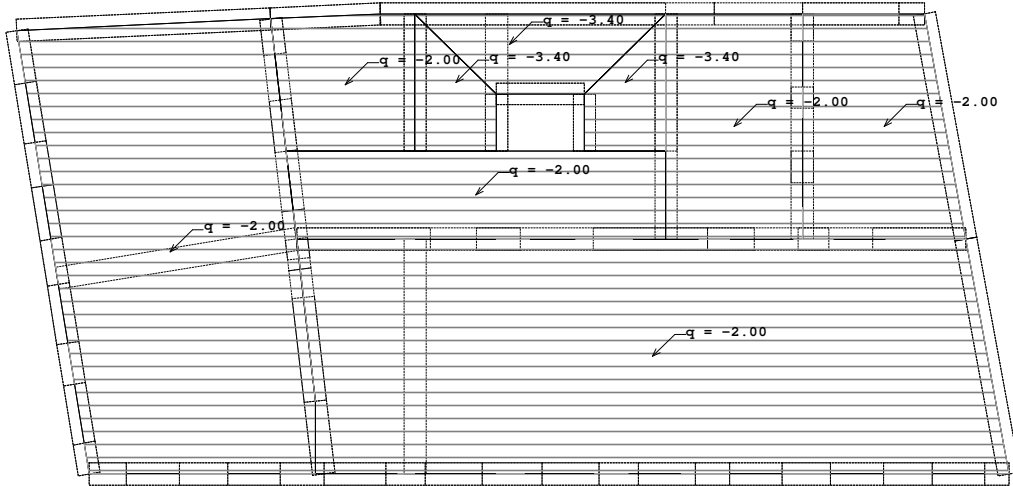
Nivo: poz 400 - strop 2. kata [12.45 m]  
Opt. 2: Uporabno



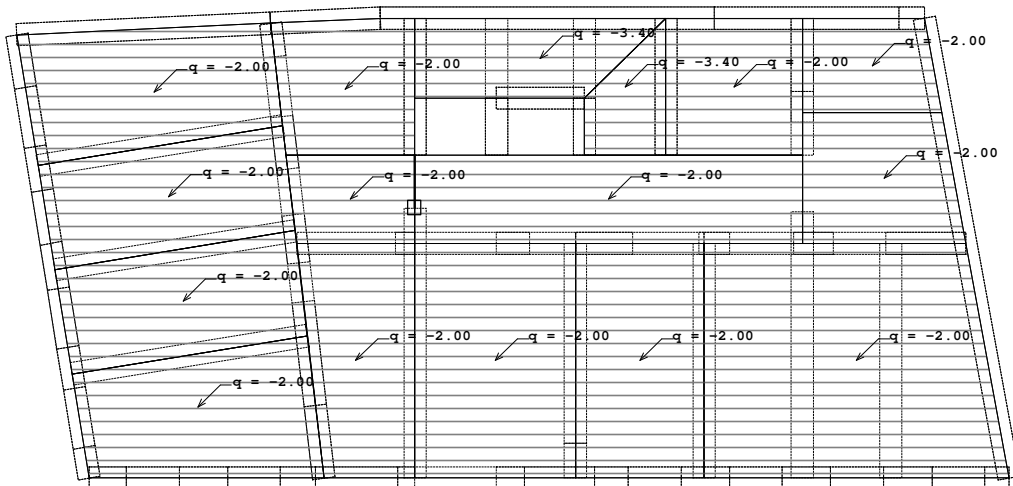
Nivo: poz 300 - strop 1. kata [8.80 m]



Opt. 2: Uporabno

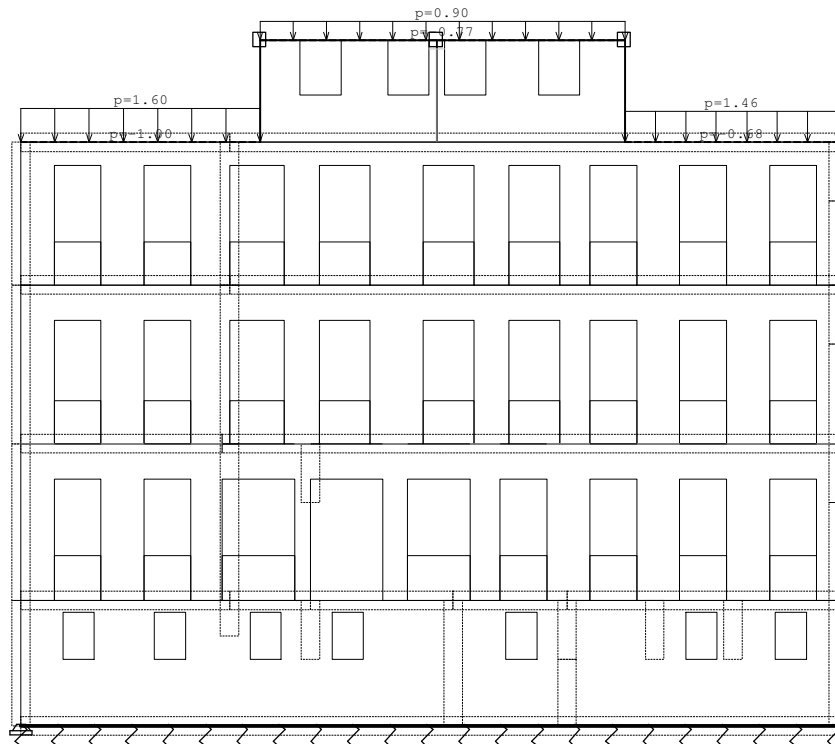


Nivo: poz 200 - strop prizemlja [4.75 m]  
Opt. 2: Uporabno

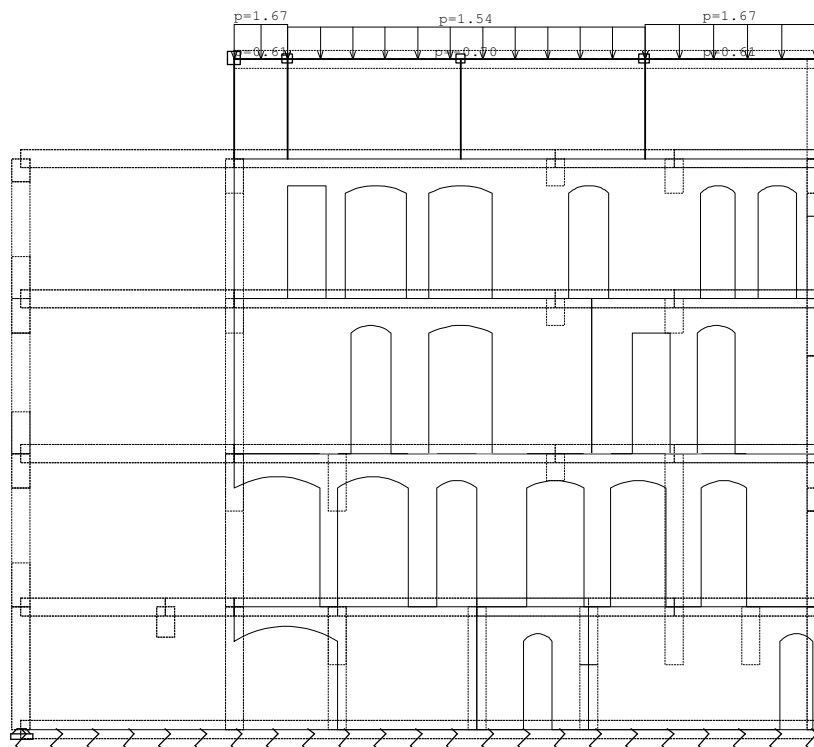


Nivo: poz 100 - strop podruma [0.75 m]

Opt. 2: Uporabno

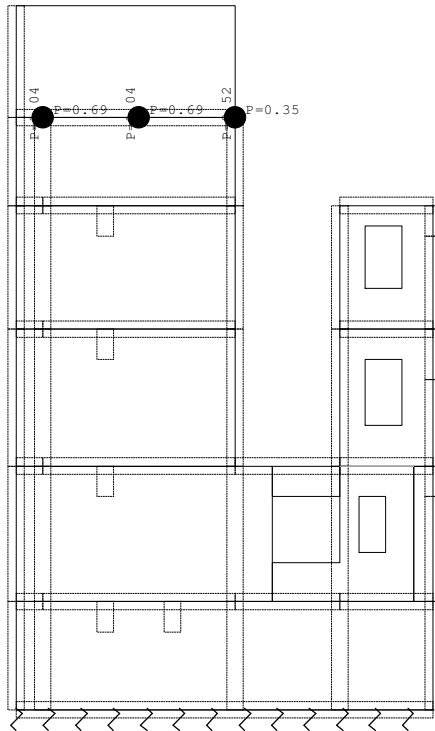


Okvir: H\_1  
Opt. 2: Uporabno

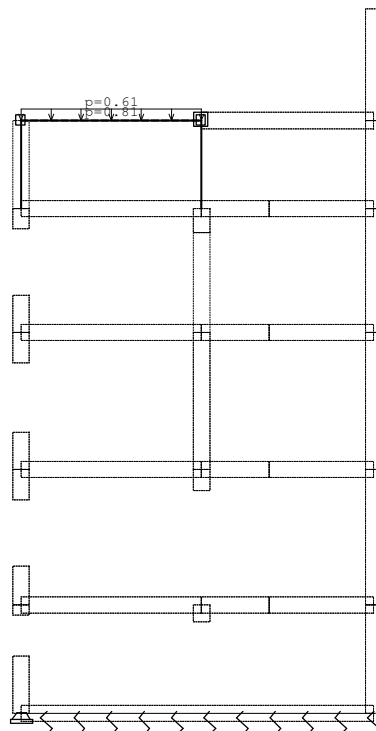


Okvir: H\_2

Opt. 2: Uporabno

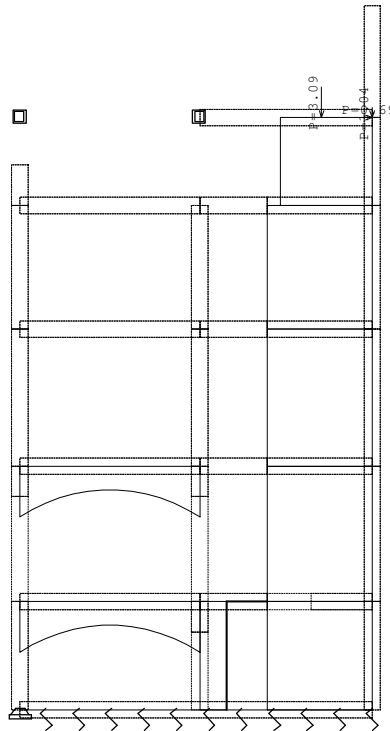


Okvir: H\_7  
Opt. 2: Uporabno

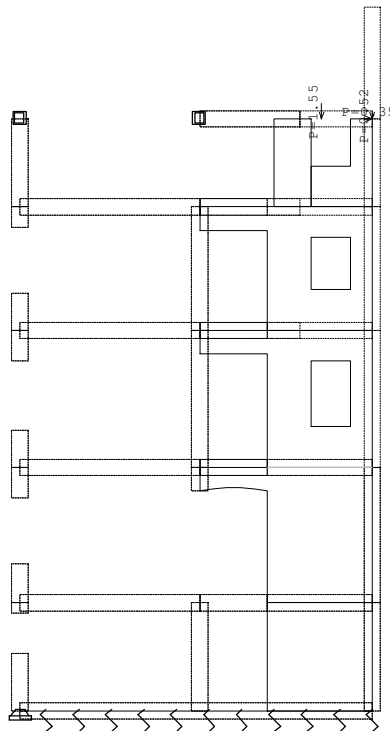


Okvir: V\_9

Opt. 2: Uporabno

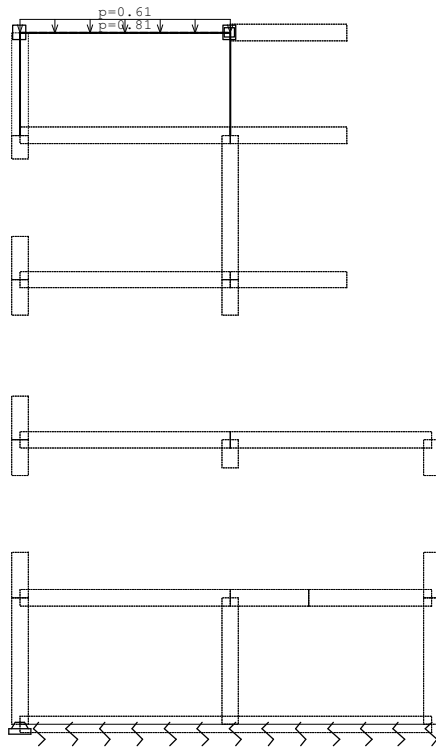


Okvir: V\_1  
Opt. 2: Uporabno

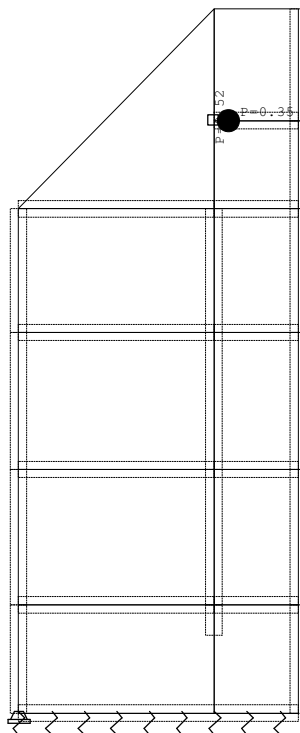


Okvir: V\_5

Opt. 2: Uporabno

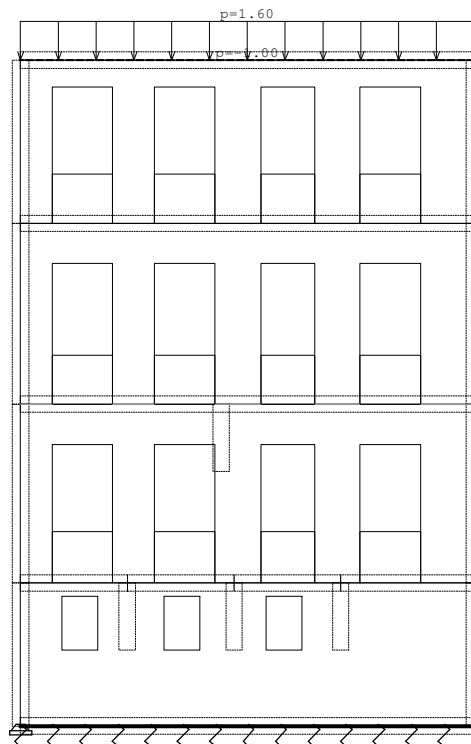


Okvir: V\_11  
Opt. 2: Uporabno

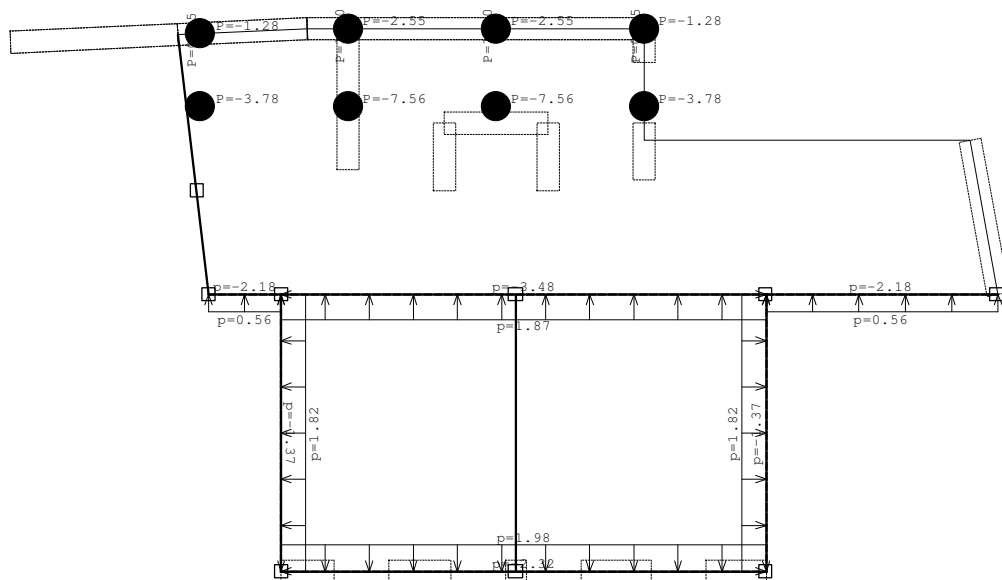


Okvir: K\_1

Opt. 2: Uporabno

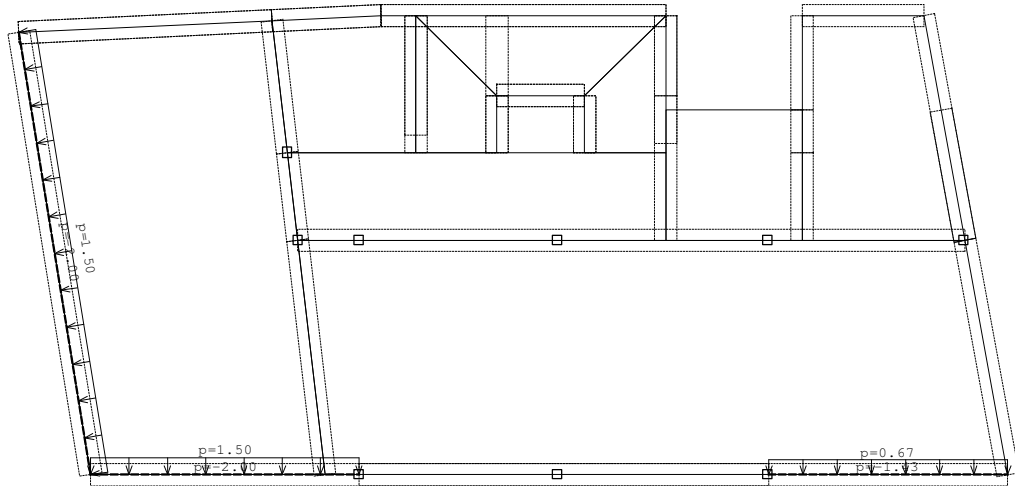


Okvir: K\_6  
Opt. 3: Snijeg 1

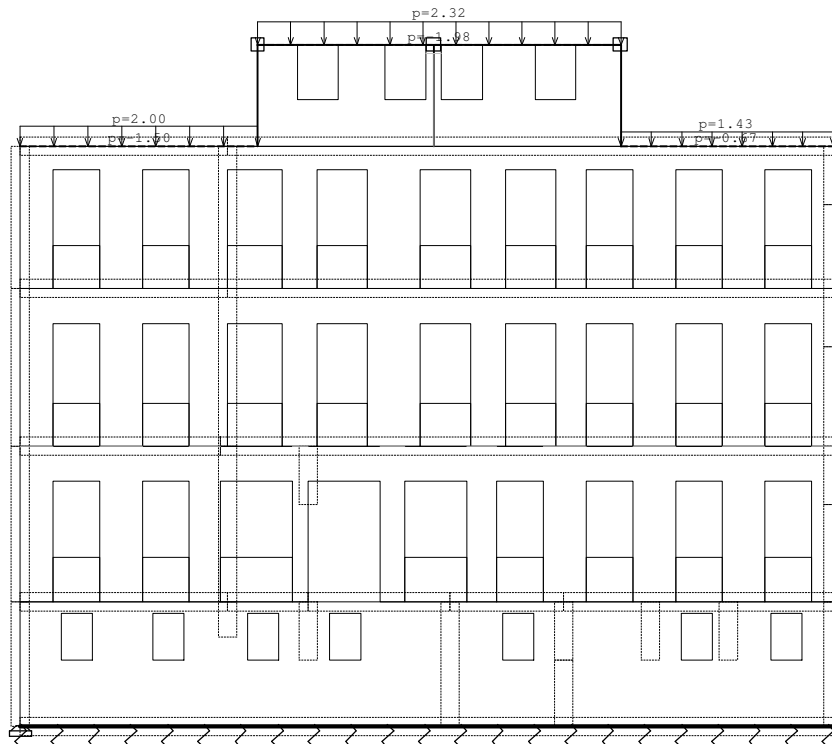


Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]

Opt. 3: Snijeg 1

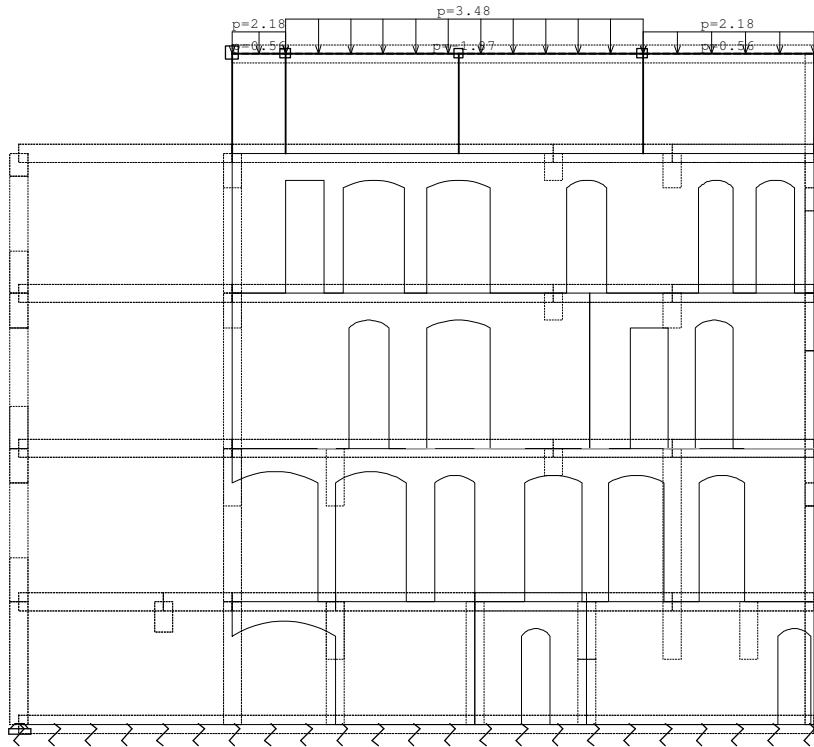


Nivo: poz 400 - strop 2. kata [12.45 m]  
Opt. 3: Snijeg 1

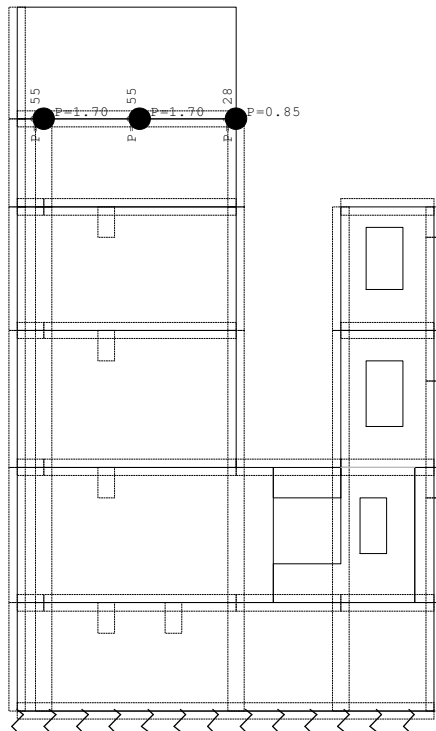


Okvir: H\_1

Opt. 3: Snijeg 1



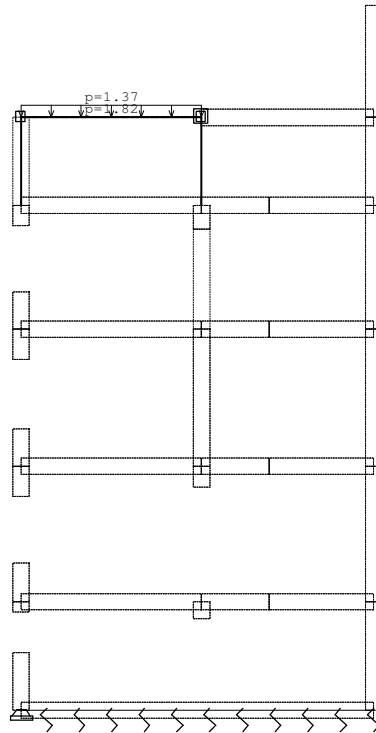
Okvir: H\_2  
Opt. 3: Snijeg 1



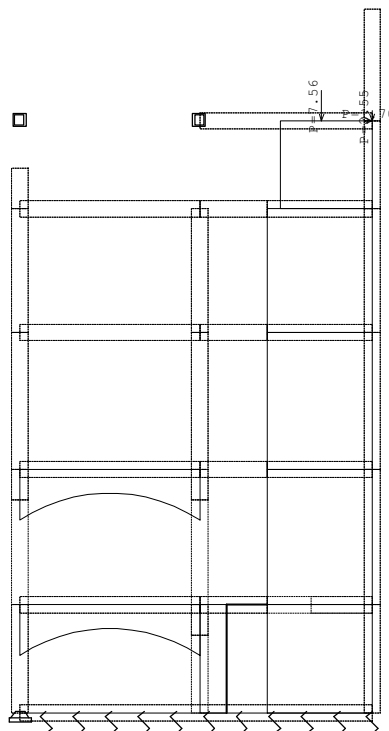
Okvir: H\_7



Opt. 3: Snijeg 1

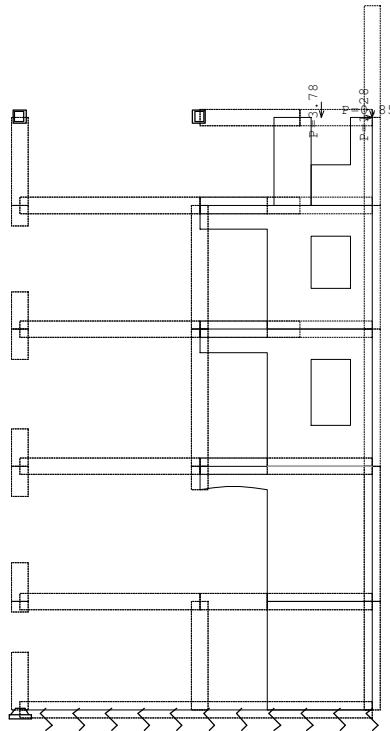


Okvir: V\_9  
Opt. 3: Snijeg 1

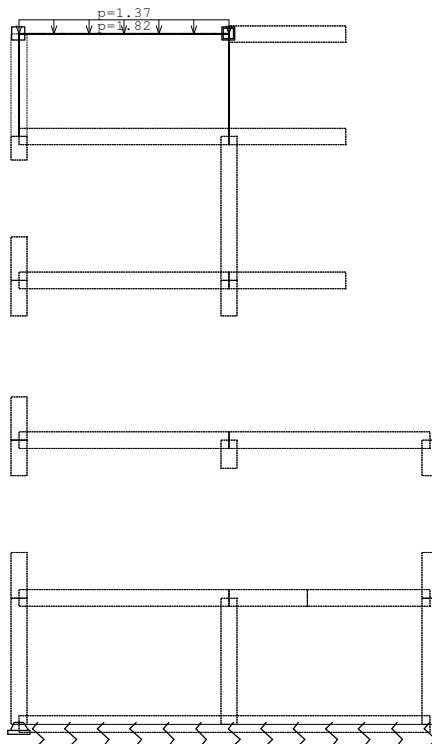


Okvir: V\_1

Opt. 3: Snijeg 1

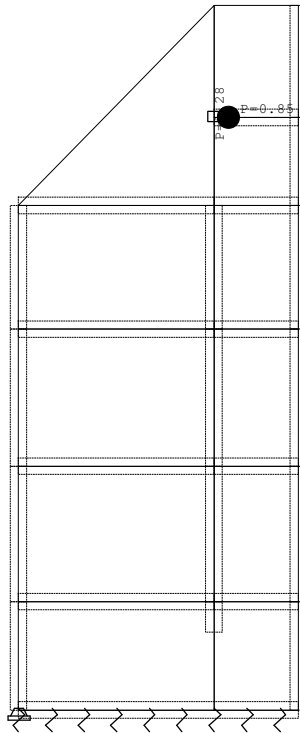


Okvir: V\_5  
Opt. 3: Snijeg 1

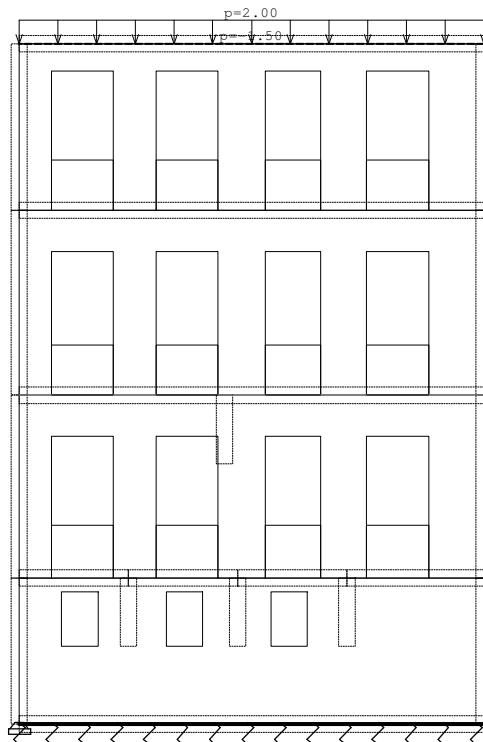


Okvir: V\_11

Opt. 3: Snijeg 1

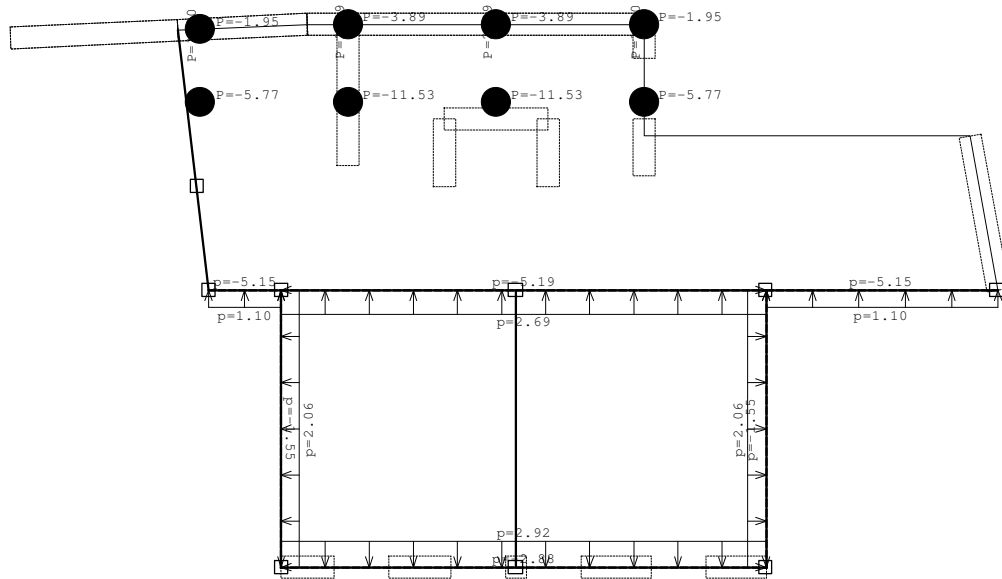


Okvir: K\_1  
Opt. 3: Snijeg 1

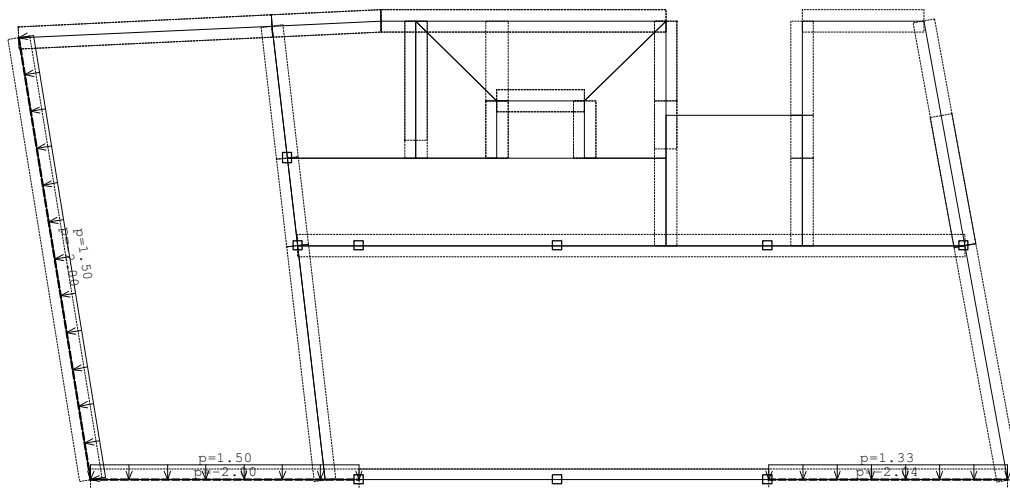


Okvir: K\_6

Opt. 4: Snijeg 2

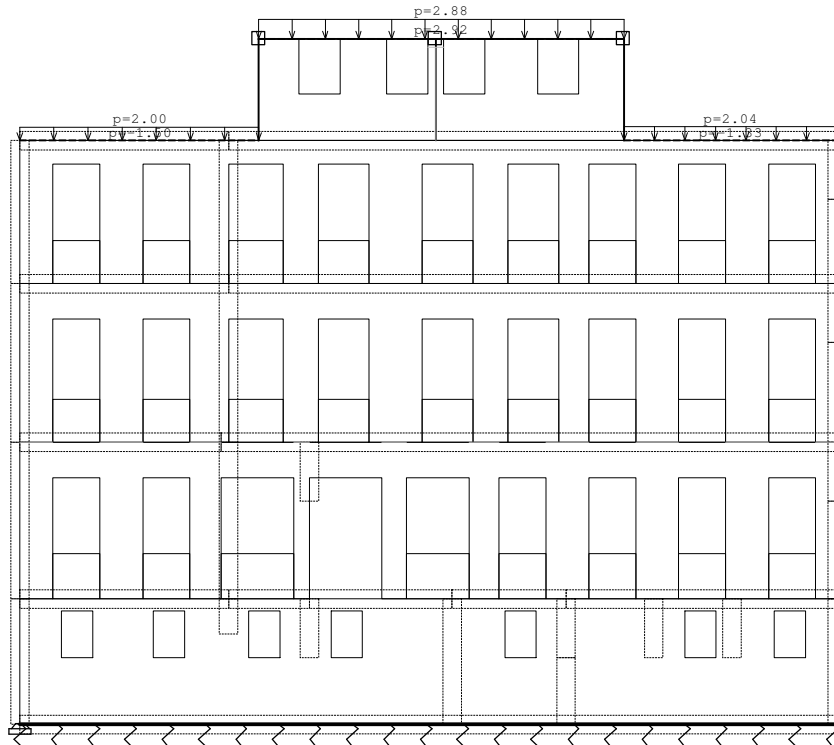


Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]  
Opt. 4: Snijeg 2

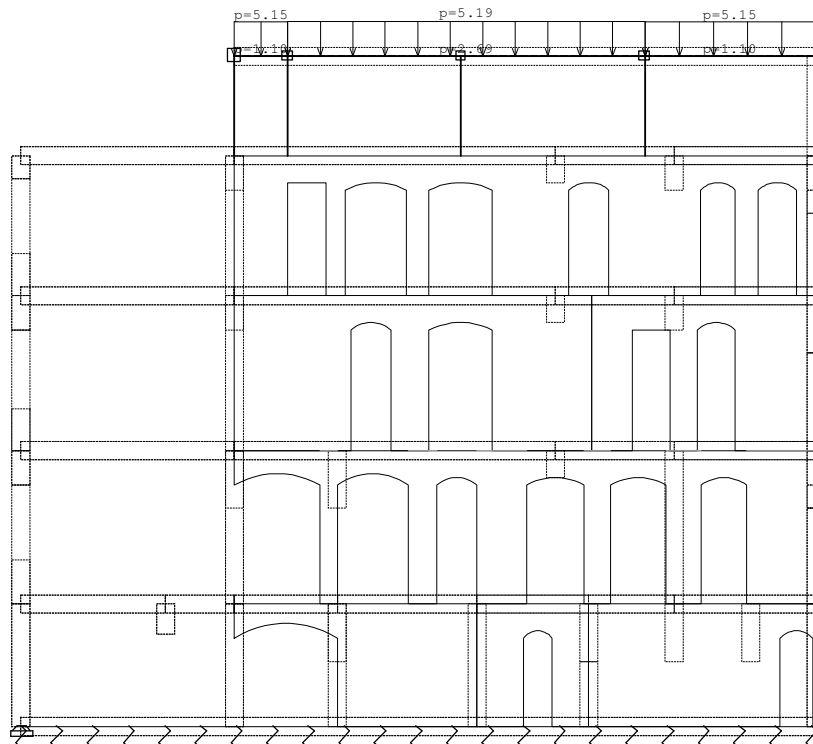


Nivo: poz 400 - strop 2. kata [12.45 m]

Opt. 4: Snijeg 2

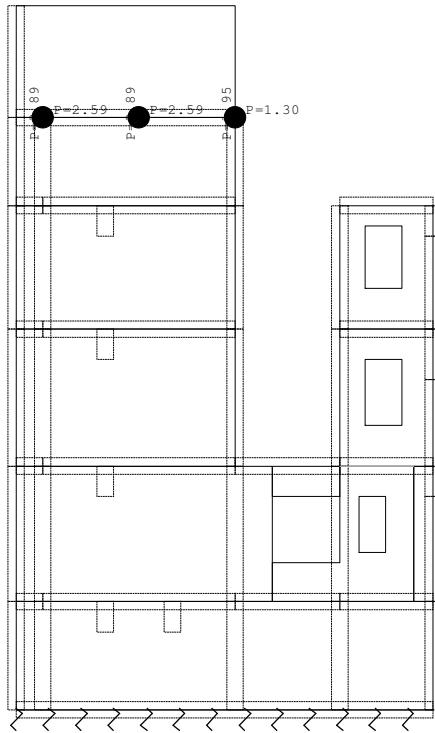


Okvir: H\_1  
Opt. 4: Snijeg 2

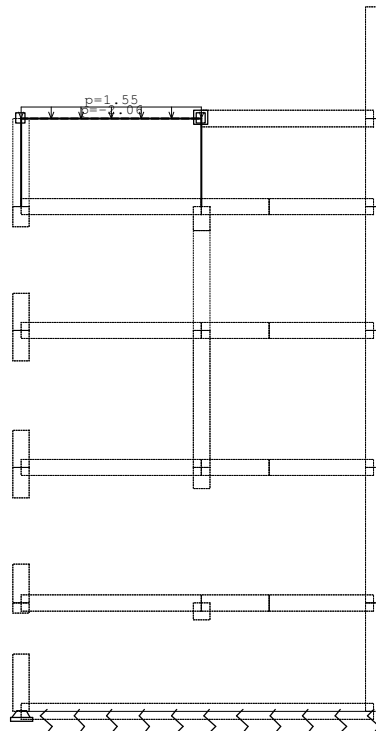


Okvir: H\_2

Opt. 4: Snijeg 2

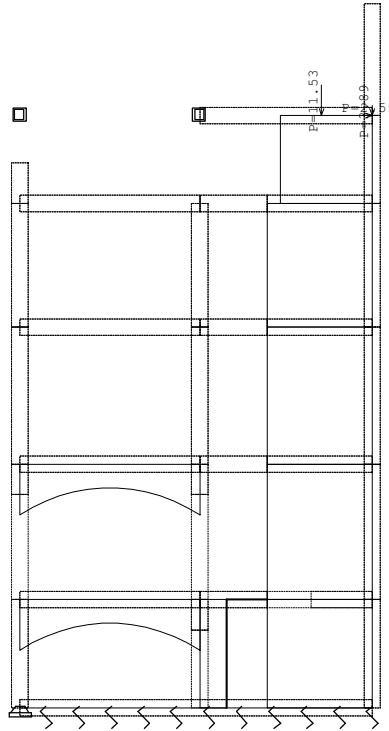


Okvir: H\_7  
Opt. 4: Snijeg 2

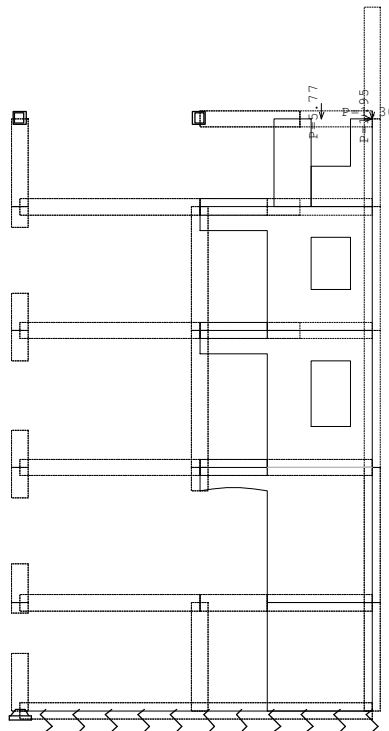


Okvir: V\_9

Opt. 4: Snijeg 2

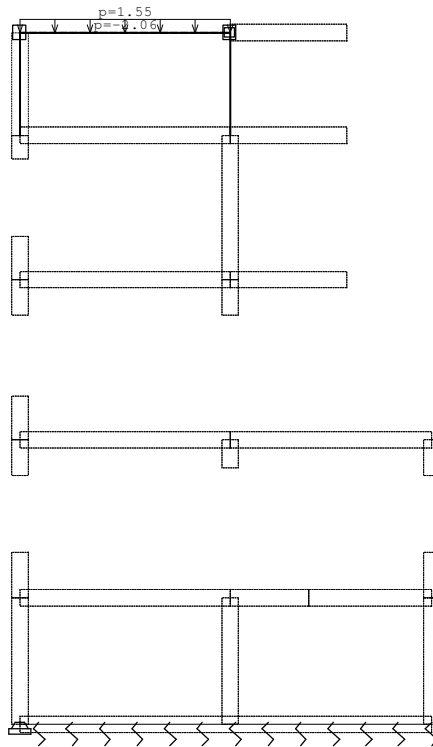


Okvir: V\_1  
Opt. 4: Snijeg 2

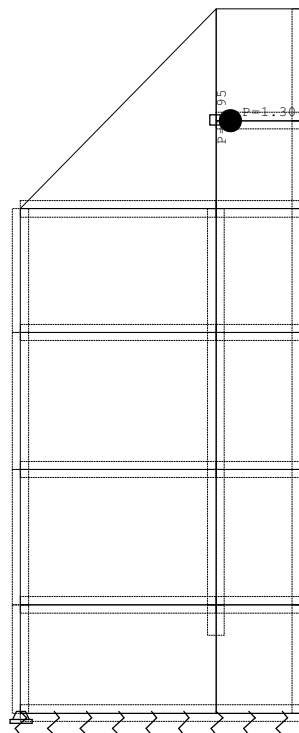


Okvir: V\_5

Opt. 4: Snijeg 2



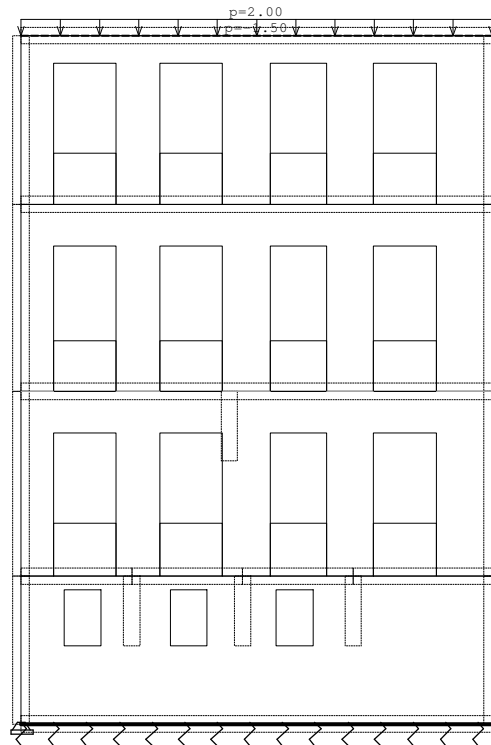
Okvir: V\_11  
Opt. 4: Snijeg 2



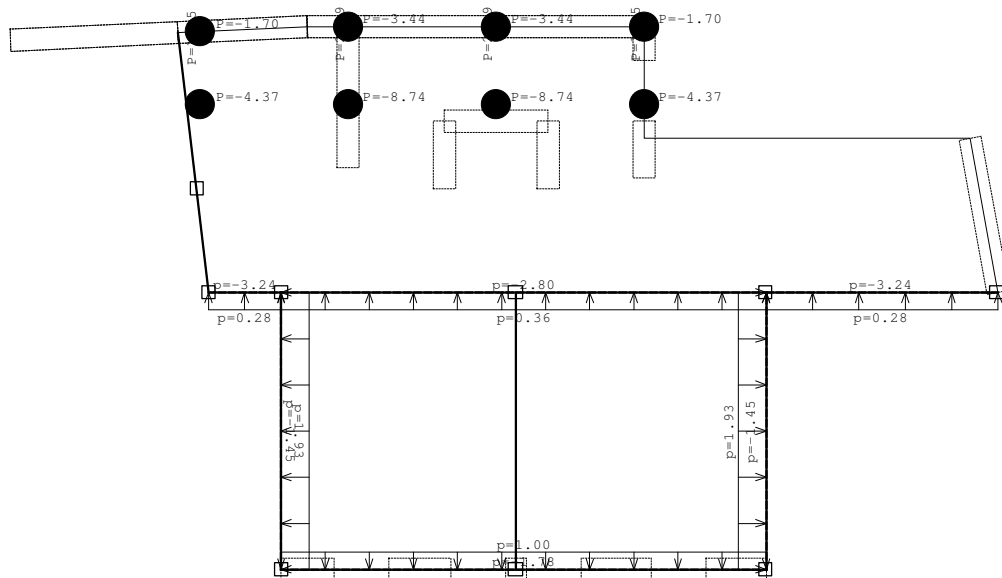
Okvir: K\_1



Opt. 4: Snijeg 2

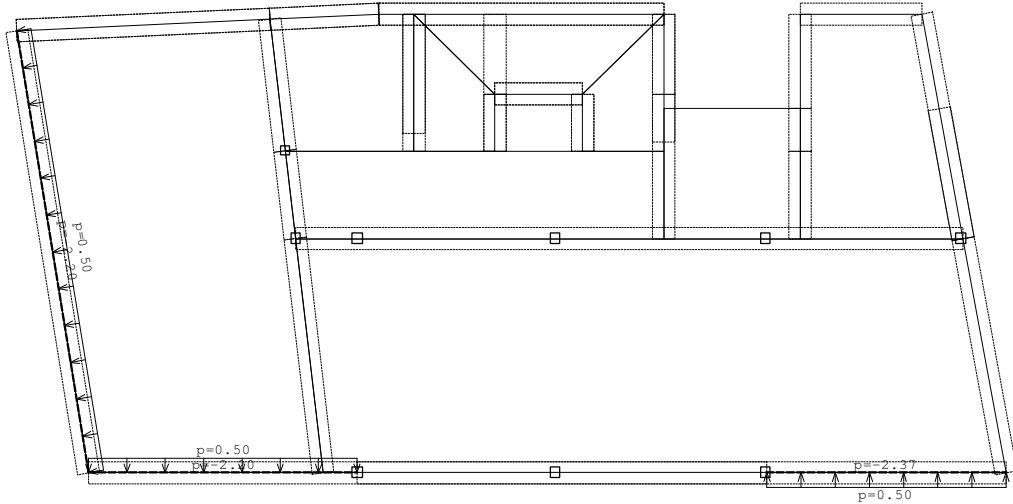


Okvir: K\_6  
Opt. 5: Vjetar 0°cpi-

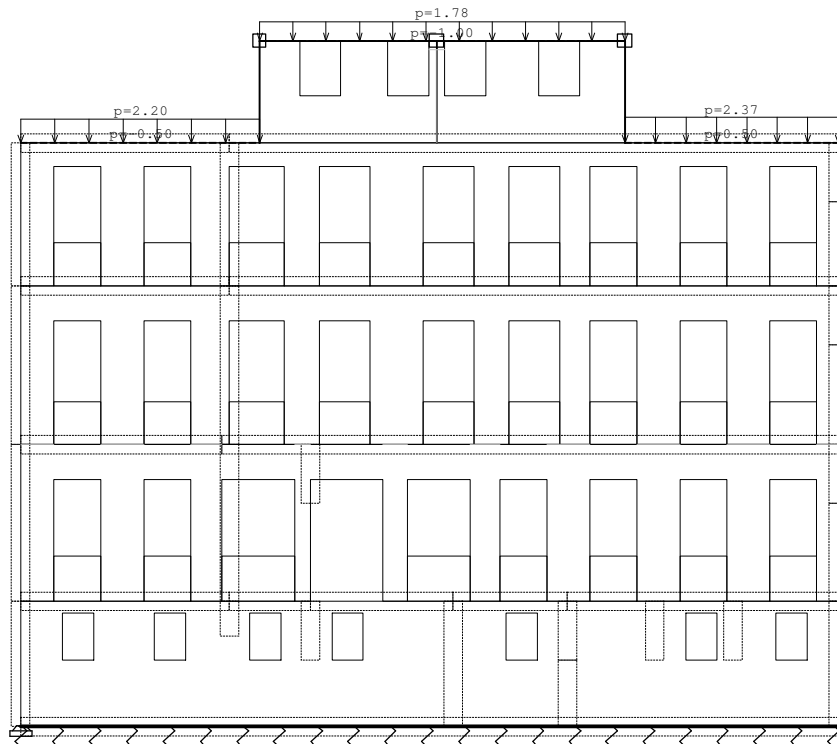


Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]

Opt. 5: Vjetar 0°cpi-

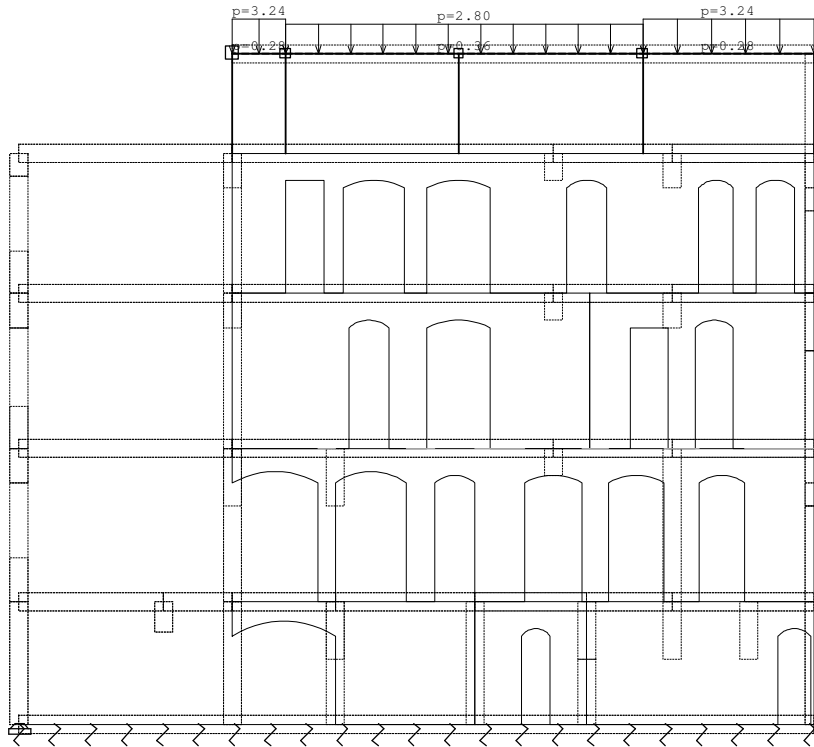


Nivo: poz 400 - strop 2. kata [12.45 m]  
Opt. 5: Vjetar 0°cpi-

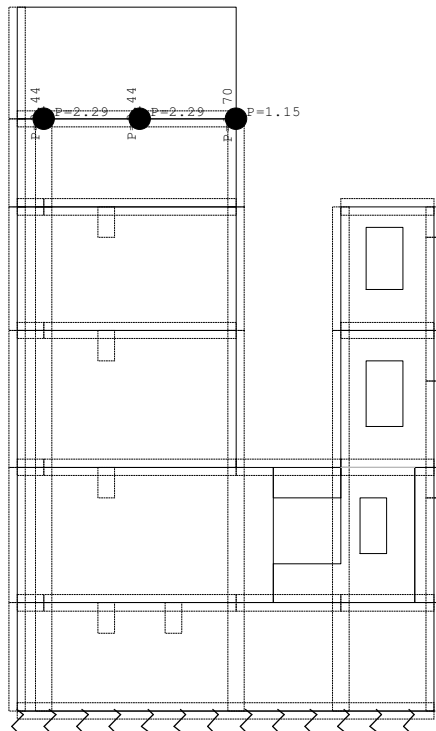


Okvir: H\_1

Opt. 5: Vjetar 0°cpi-

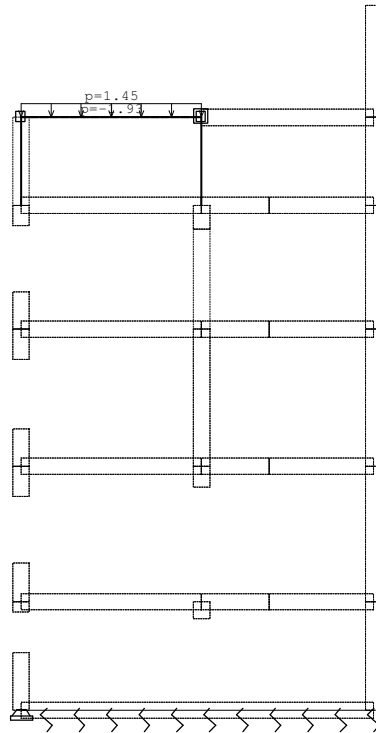


Okvir: H\_2  
Opt. 5: Vjetar 0°cpi-



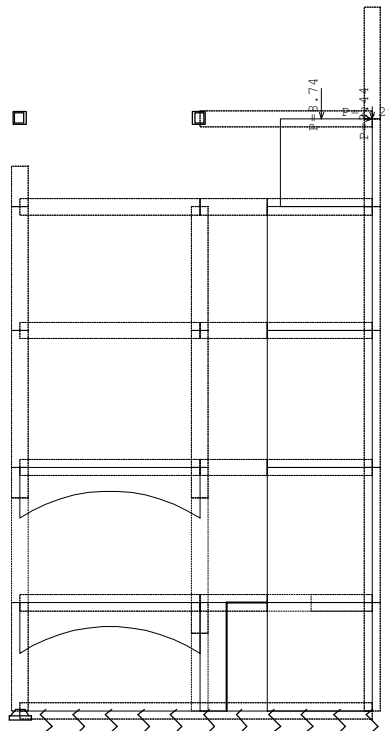
Okvir: H\_7

Opt. 5: Vjetar 0°cpi-



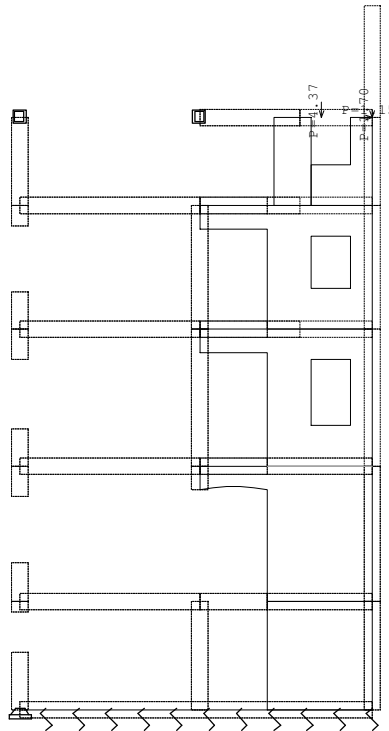
Okvir: V\_9

Opt. 5: Vjetar 0°cpi-



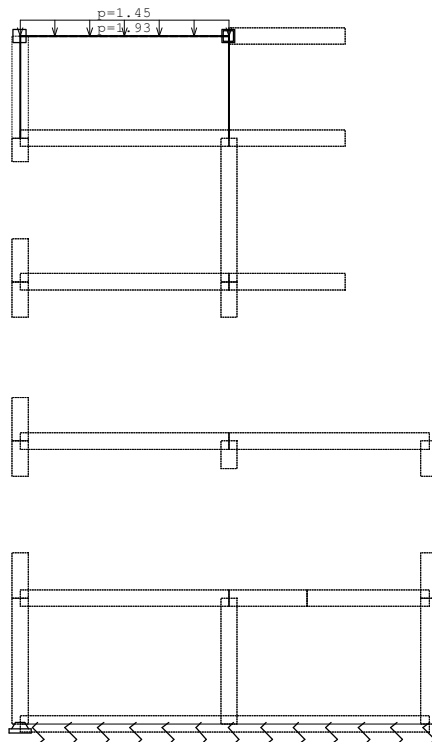
Okvir: V\_1

Opt. 5: Vjetar 0°cpi-



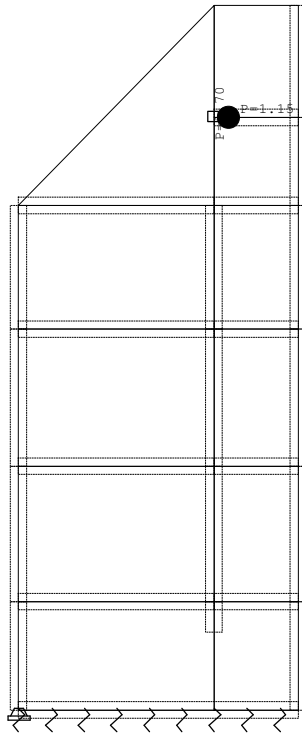
Okvir: V\_5

Opt. 5: Vjetar 0°cpi-



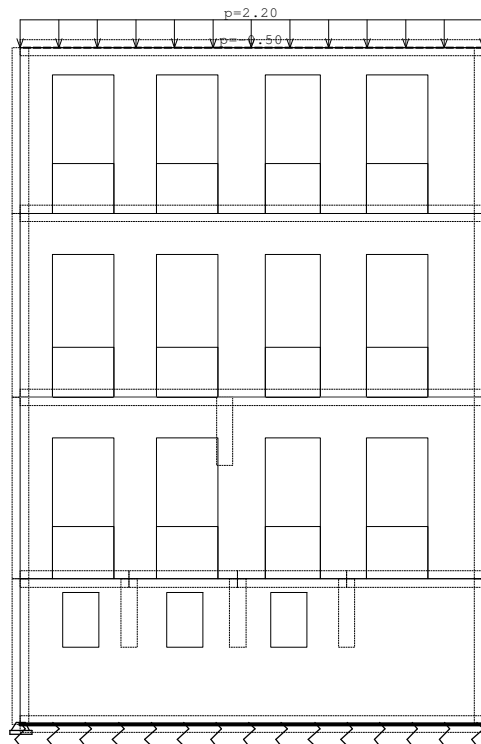
Okvir: V\_11

Opt. 5: Vjetar 0°cpi-



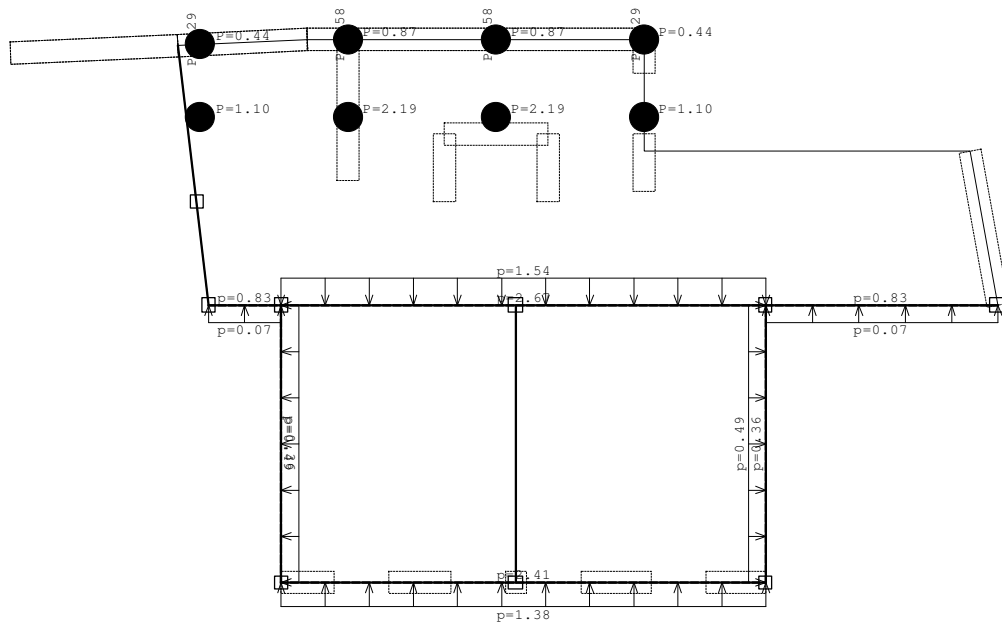
Okvir: K\_1

Opt. 5: Vjetar 0°cpi-

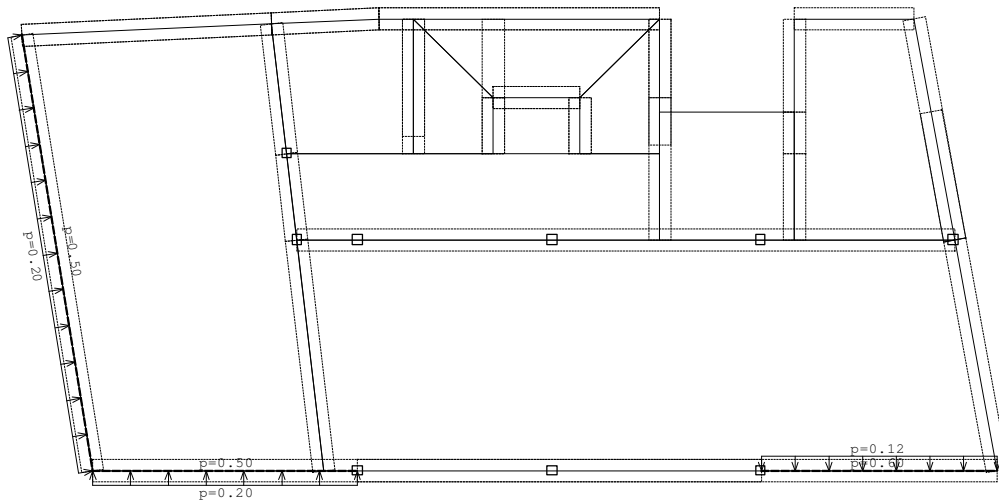


Okvir: K\_6

Opt. 6: Vjetar 0°cpi+

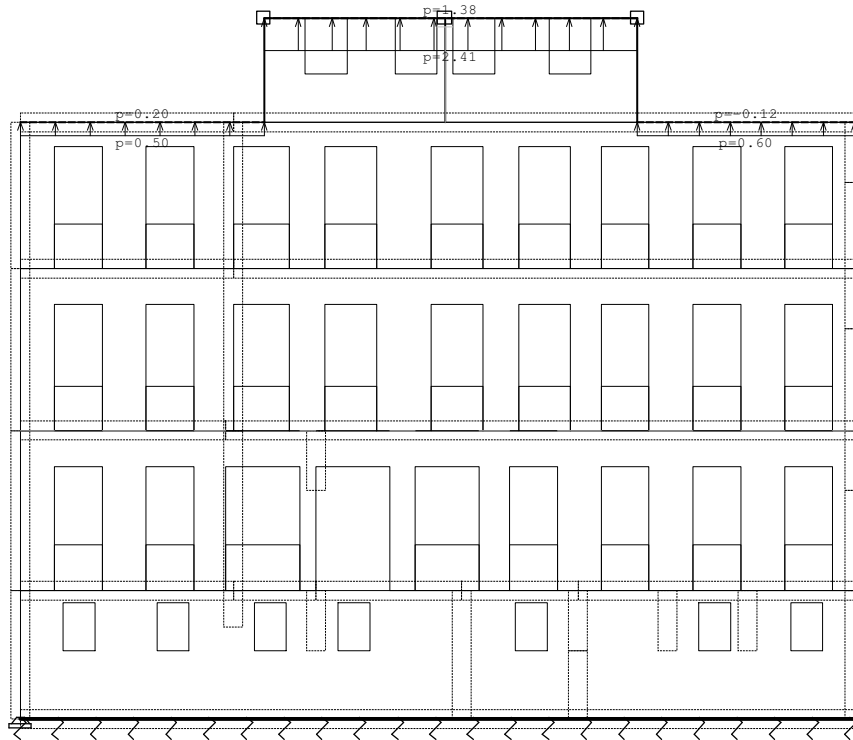


Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]  
Opt. 6: Vjetar 0°cpi+



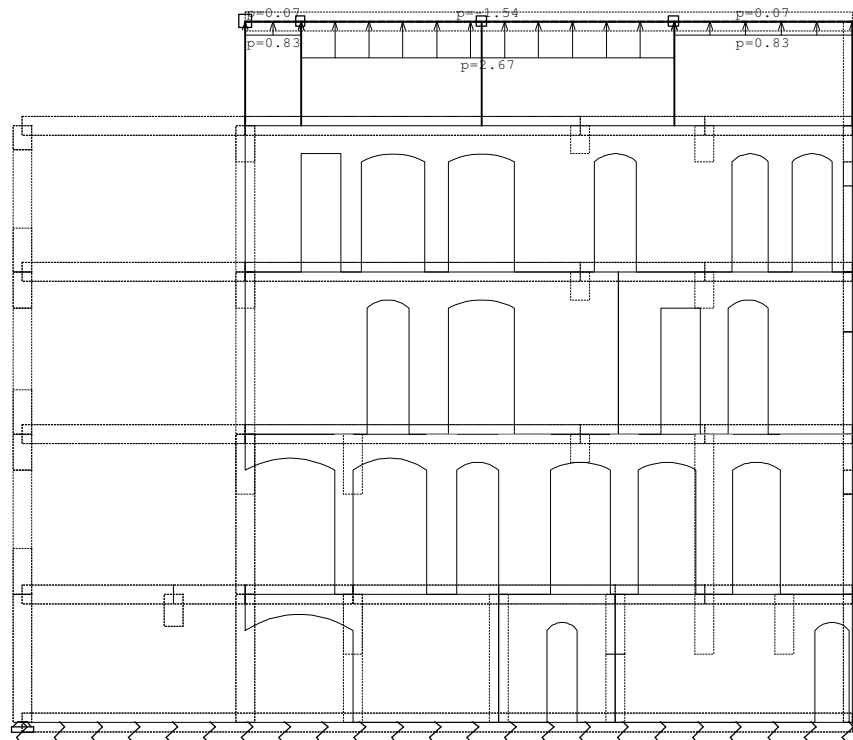
Nivo: poz 400 - strop 2. kata [12.45 m]

Opt. 6: Vjetar 0°cp/+



Okvir: H\_1

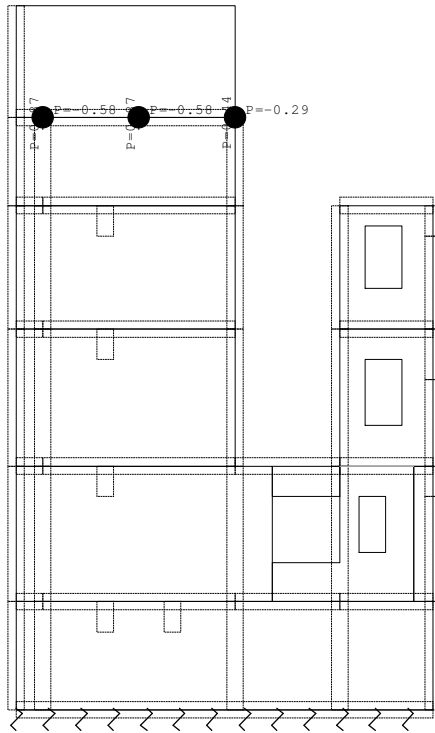
Opt. 6: Vjetar 0°cp/+



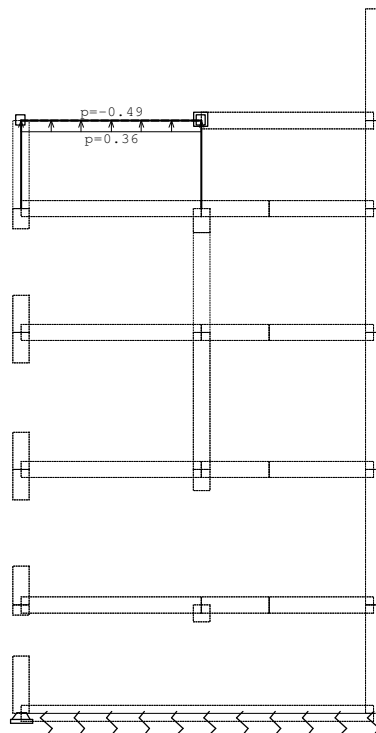
Okvir: H\_2



Opt. 6: Vjetar 0°cpi+

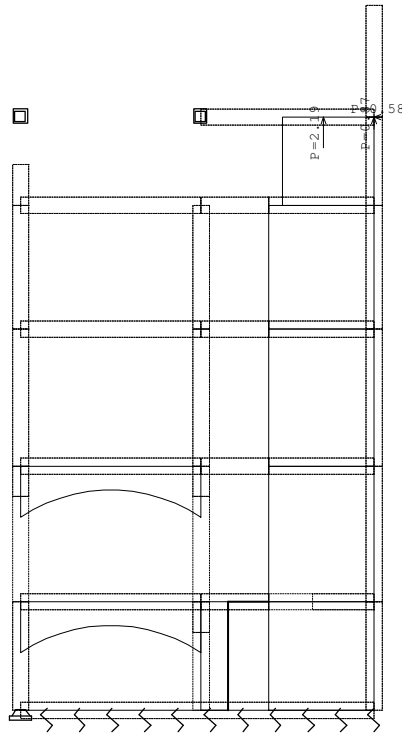


Okvir: H\_7  
Opt. 6: Vjetar 0°cpi+

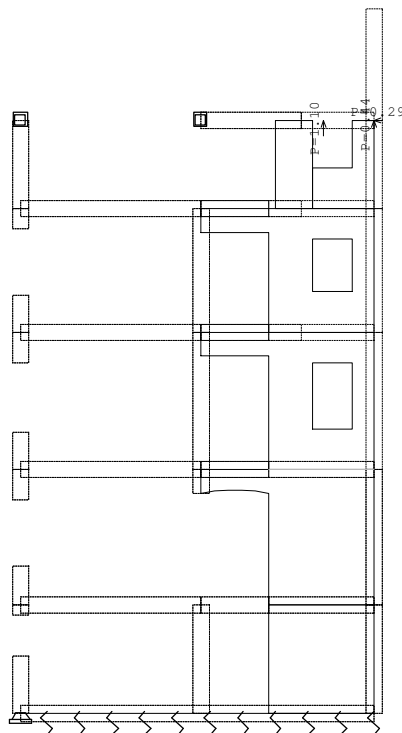


Okvir: V\_9

Opt. 6: Vjetar 0°cpi+

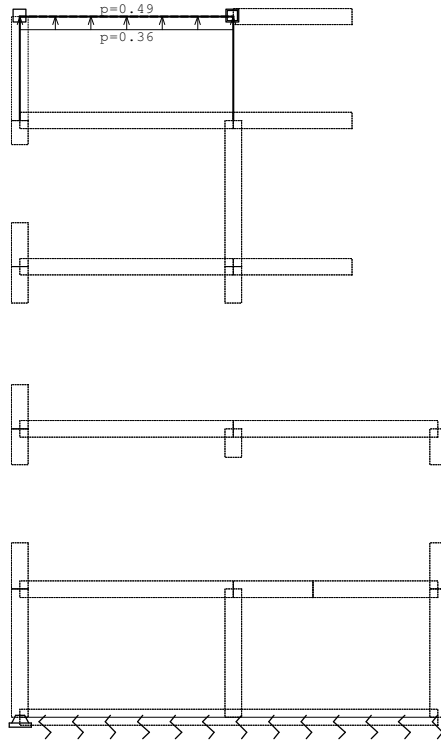


Okvir: V\_1  
Opt. 6: Vjetar 0°cpi+



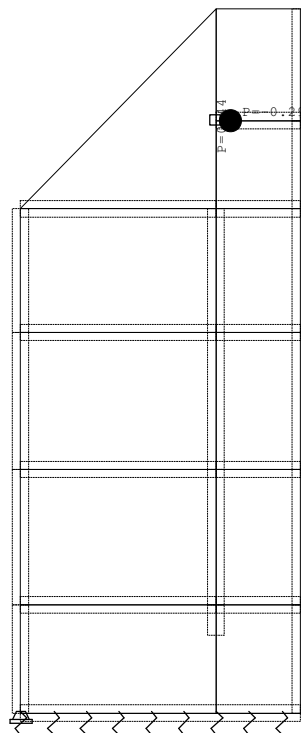
Okvir: V\_5

Opt. 6: Vjetar 0°cp+



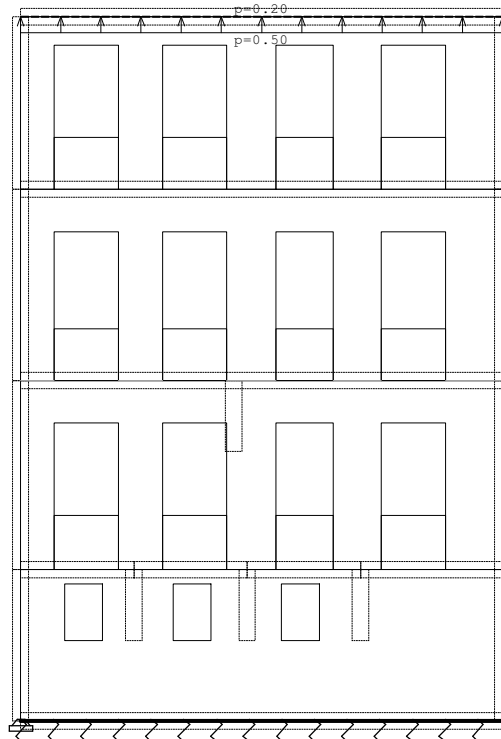
Okvir: V\_11

Opt. 6: Vjetar 0°cp+



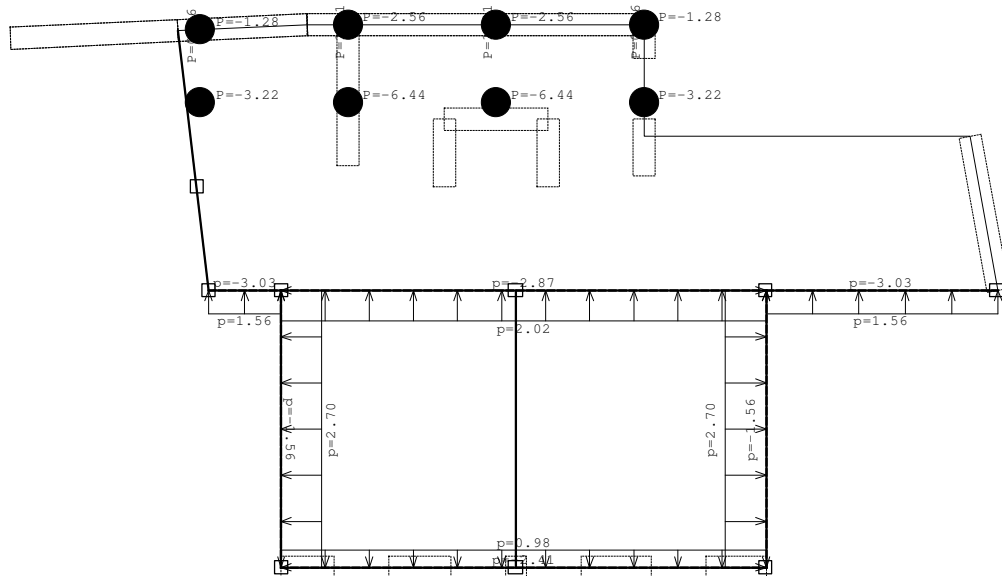
Okvir: K\_1

Opt. 6: Vjetar 0°cpi+



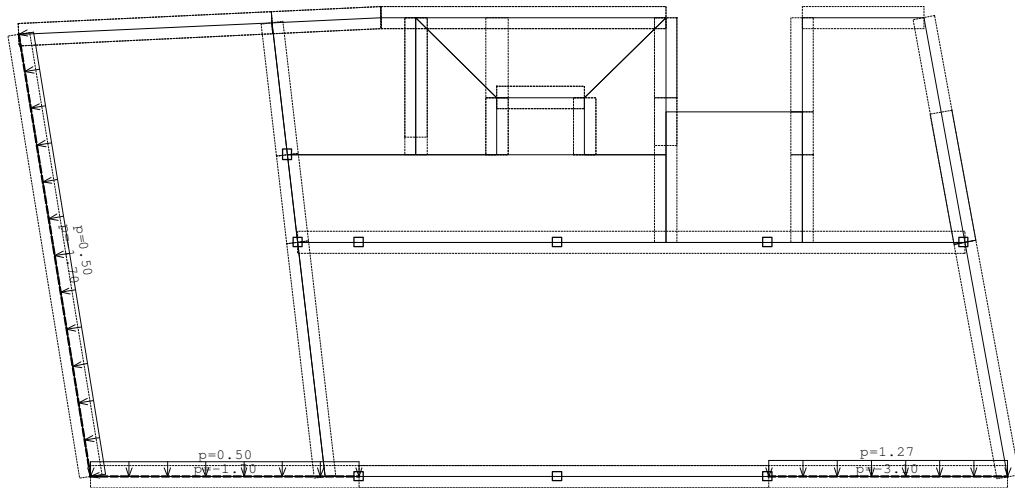
Okvir: K\_6

Opt. 7: Vjetar 90°cpi-

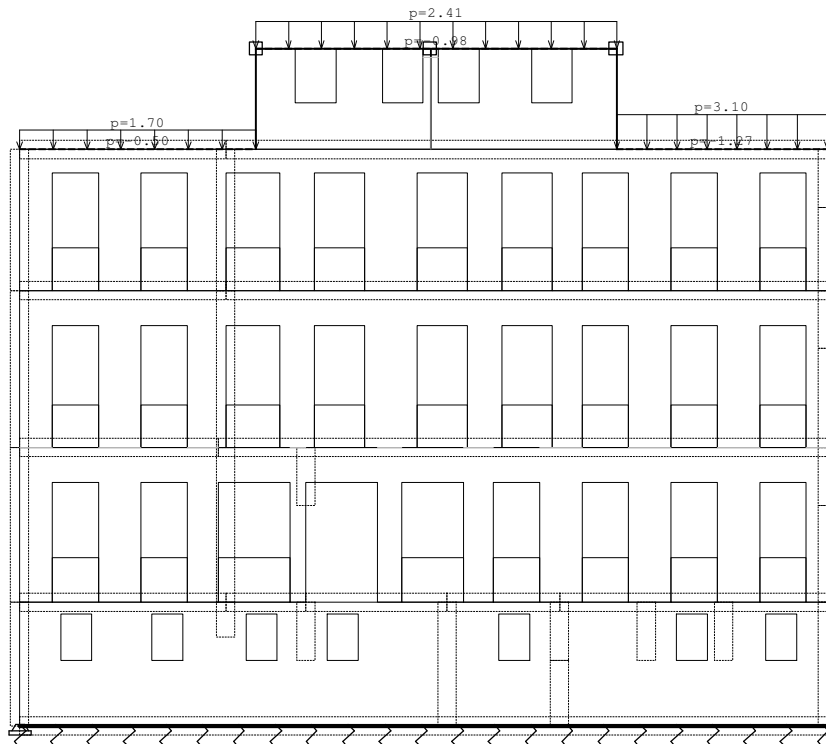


Nivo: poz 500 - strop potkrovlja [15.05 m]

Opt. 7: Vjetar 90°cpi-

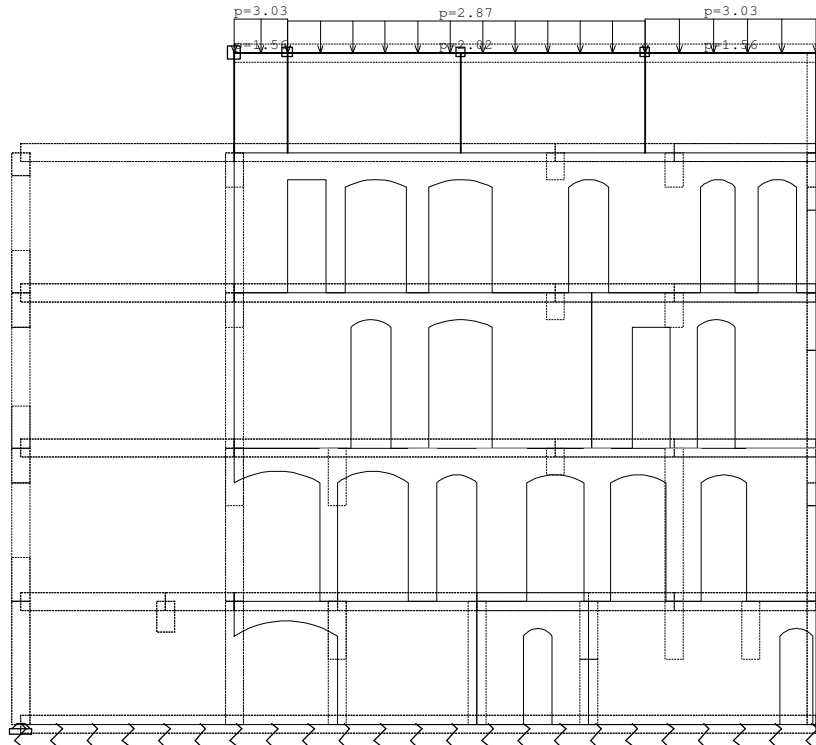


Nivo: poz 400 - strop 2. kata [12.45 m]  
Opt. 7: Vjetar 90°cpi-



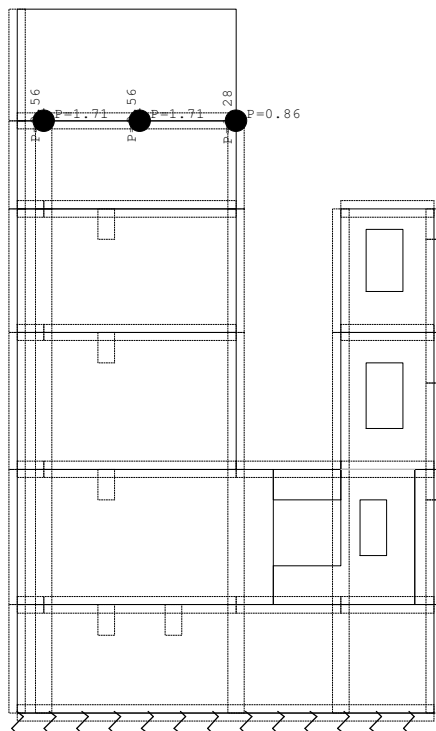
Okvir: H\_1

Opt. 7: Vjetar 90°cpi-



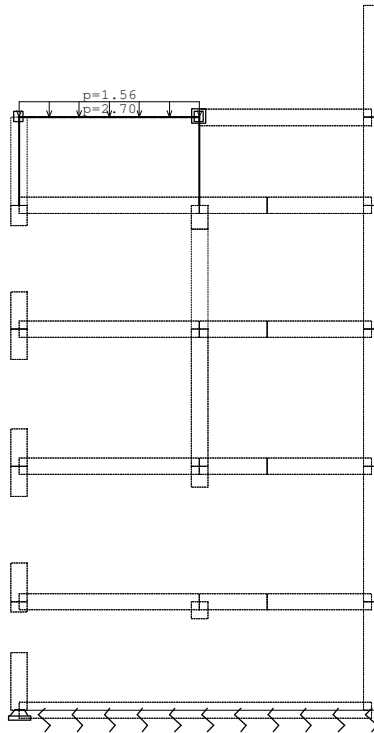
Okvir: H\_2

Opt. 7: Vjetar 90°cpi-



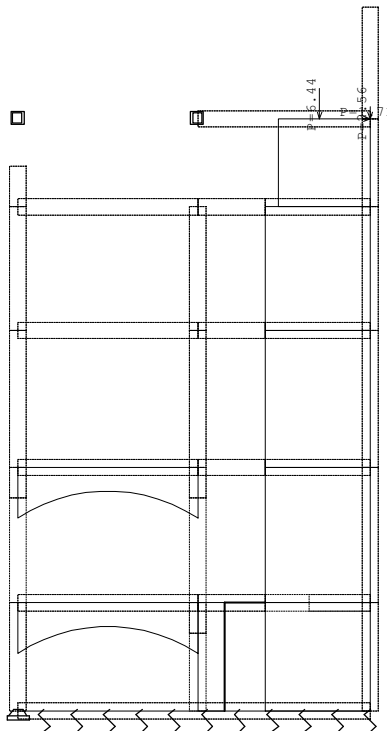
Okvir: H\_7

Opt. 7: Vjetar 90°cpi-



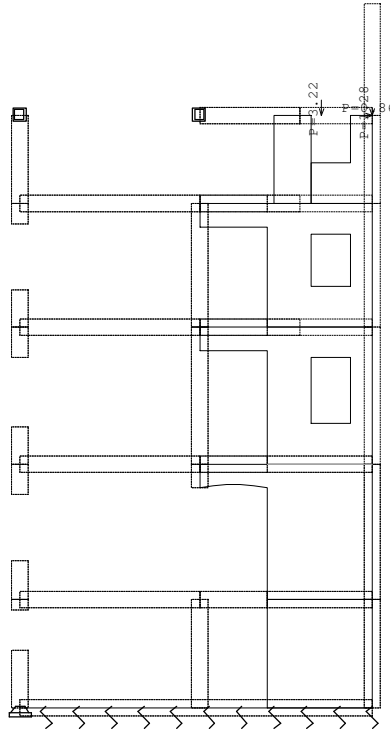
Okvir: V\_9

Opt. 7: Vjetar 90°cpi-



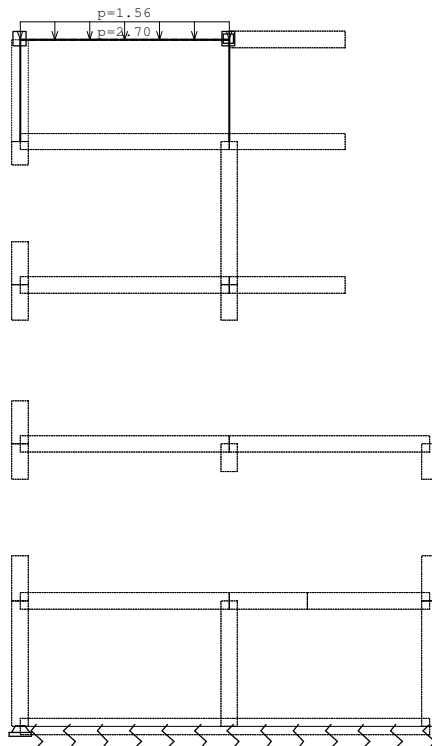
Okvir: V\_1

Opt. 7: Vjetar 90°cpi-



Okvir: V\_5

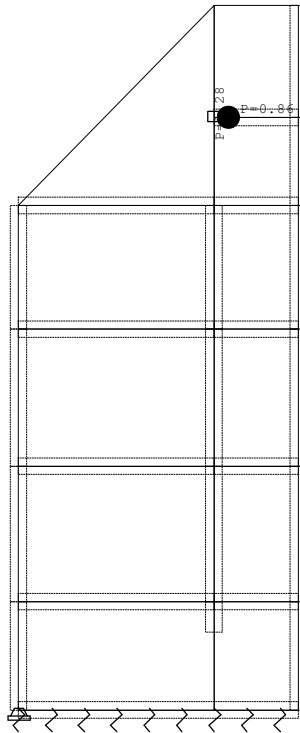
Opt. 7: Vjetar 90°cpi-



Okvir: V\_11

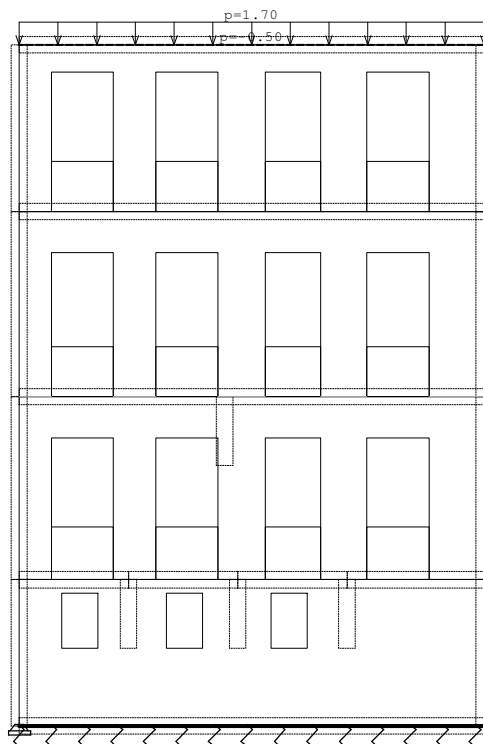


Opt. 7: Vjetar 90°cpi-



Okvir: K\_1

Opt. 7: Vjetar 90°cpi-



Okvir: K\_6

### 4.3.3 Modalna analiza konstrukcije

#### Napredne opcije seizmičkog proračuna:

Mase grupirane u nivoima izabranih ploča	
Ploče - redukcija krutosti na savijanje:	0.500
Zidovi - redukcija krutosti na savijanje:	0.500
Zidovi - redukcija aksijalne krutosti:	0.500
Stupovi - redukcija krutosti na savijanje:	0.500
Stupovi - redukcija aksijalne krutosti:	0.500
Multiplikator krutosti ležajeva:	10.000
Spriječeno osciliranje u Z pravcu	

#### Faktori opterećenja za proračun masa

No	Naziv	Koeficijent
1	Stalno (g)	1.00
2	Uporabno	0.30
3	Snijeg 1	0.00
4	Snijeg 2	0.00

5	Vjetar 0°cpi-	0.00
6	Vjetar 0°cpi+	0.00
7	Vjetar 90°cpi-	0.00

#### Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m <sup>2</sup>
poz 500 - strop potkrovlja	15.05	11.61	7.28	143.92	2.26
poz 400 - strop 2. kata	12.45	11.13	5.78	344.44	1.67
poz 300 - strop 1. kata	8.80	11.17	6.00	399.38	1.93
poz 200 - strop prizemlja	4.75	11.01	5.79	569.01	2.67
poz 100 - strop podruma	0.75	11.08	5.53	652.36	3.09
poz 000 - temelji	-2.45	11.32	5.26	493.25	2.28
Ukupno:	4.59	11.16	5.74	2602.37	

#### Položaj centara krutosti po visini objekta (približna metoda)

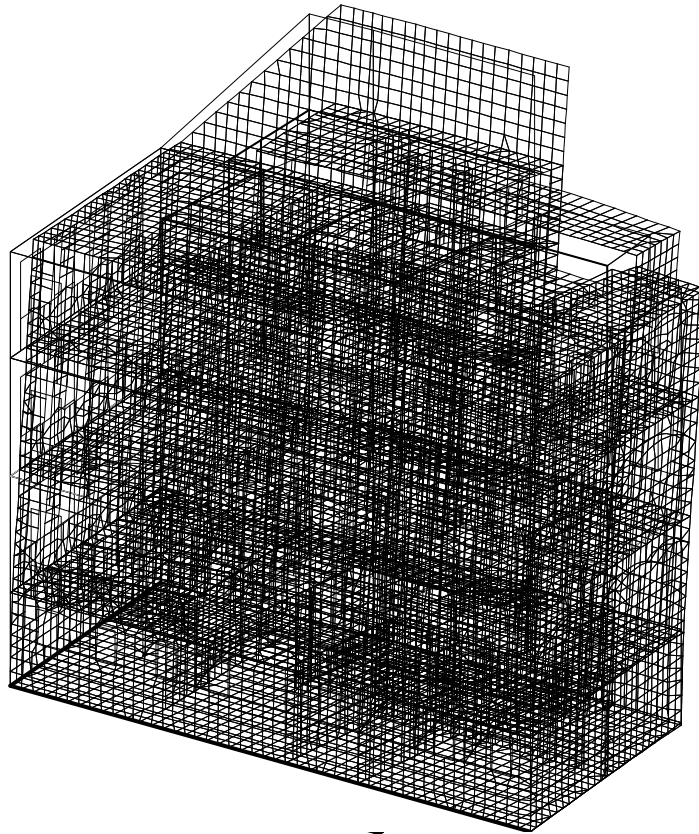
Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
poz 500 - strop potkrovlja	15.05	9.58	10.39
poz 400 - strop 2. kata	12.45	12.55	4.76
poz 300 - strop 1. kata	8.80	12.77	2.20
poz 200 - strop prizemlja	4.75	12.45	2.61
poz 100 - strop podruma	0.75	11.20	2.70
poz 000 - temelji	-2.45	10.98	2.10

#### Periodi osciliranja konstrukcije

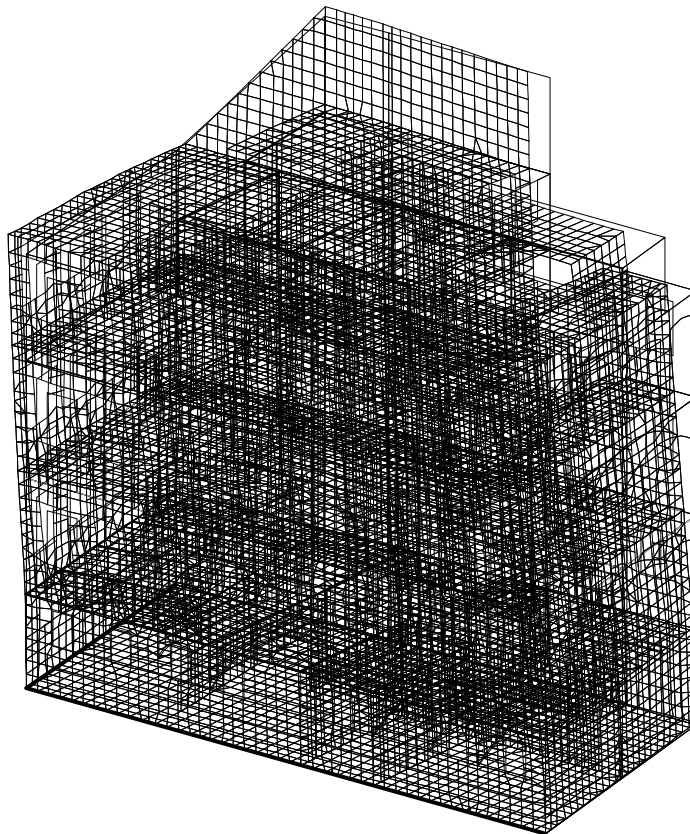
No	T [s]	f [Hz]
1	0.9119	1.0966
2	0.7289	1.3719
3	0.5061	1.9760
4	0.2747	3.6404
5	0.2456	4.0714
6	0.1901	5.2606
7	0.1844	5.4225

8	0.1575	6.3474
9	0.1486	6.7281
10	0.1389	7.1994
11	0.1331	7.5143
12	0.1268	7.8838
13	0.1241	8.0595
14	0.1191	8.3944

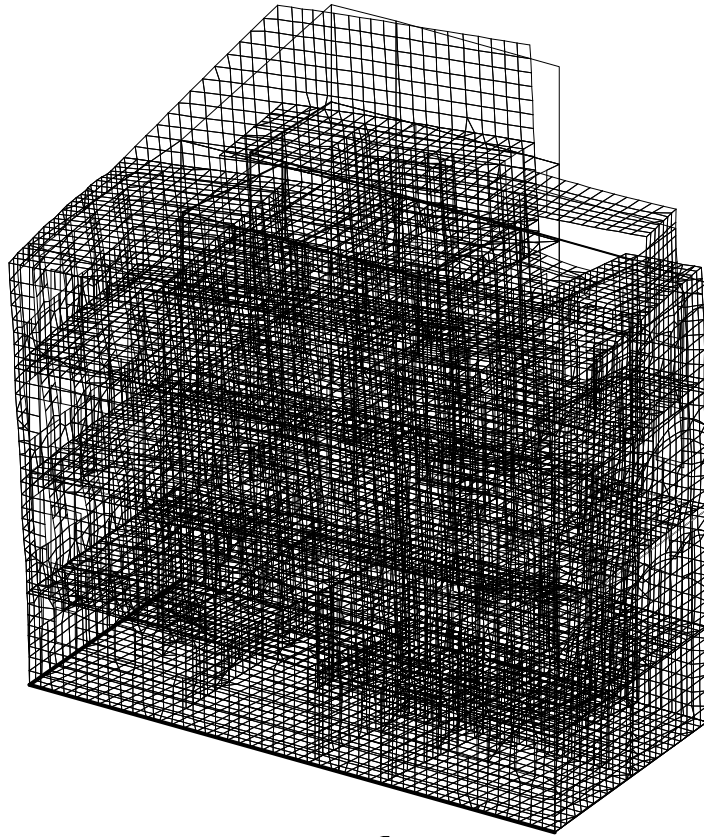
15	0.1146	8.7282
16	0.1117	8.9543
17	0.1077	9.2848
18	0.1041	9.6077
19	0.1017	9.8376
20	0.0958	10.4355



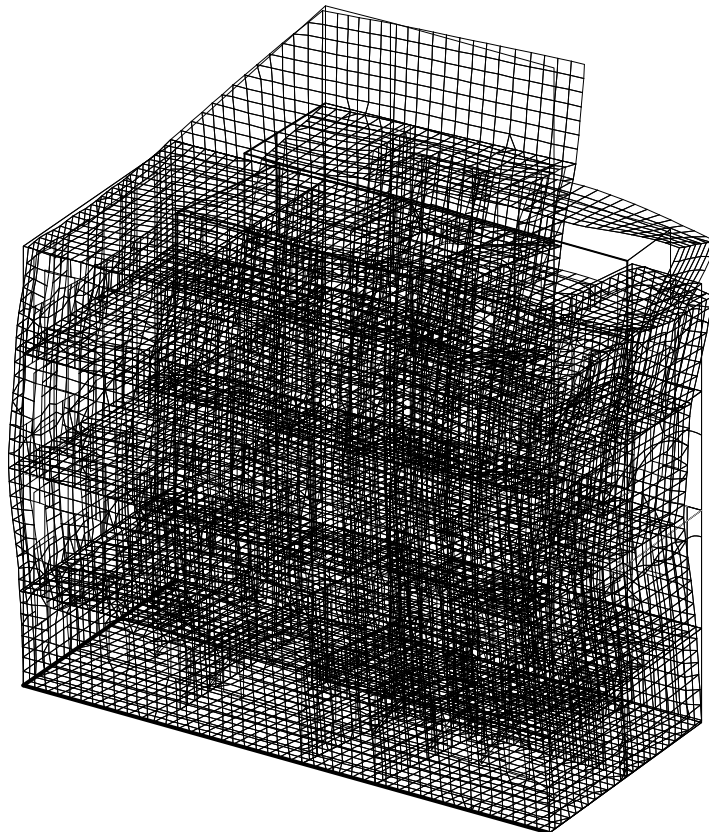
Izometrija  
Forma osciliranja: 1/20 [T=0.9119sec / f=1.10Hz]



Izometrija  
Forma osciliranja: 2/20 [T=0.7289sec / f=1.37Hz]



Izometrija  
Forma osciliranja: 3/20 [T=0.5061sec / f=1.98Hz]



Izometrija  
Forma osciliranja: 4/20 [T=0.2747sec / f=3.64Hz]

<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

Provedena je modalna analiza u svrhu pregleda vrste tonova osciliranja. **Važno je napomenuti da je pri sagledavanju ponašanja konstrukcije uzeta pretpostavka proračuna da su stropne konstrukcije sidrene u zidove i imaju ulogu dijafragmi te povoljno djeluju na ponašanje konstrukcije. Jednoliko raspodjeljuju opterećenje na zidove u razini katova i smanjuju nepridržanu visinu zida što je izrazito bitno pri odrađivanju lokalnih mehanizama otkazivanja zida. Također je bitna pretpostavka oštećenim zidovima vratiti barem njihovu izvornu otpornost. Stoga je za ostvarenje ovakvog ponašanja nužno provesti navedene zahvate na konstrukciji u vidu ispravnog ponašanja konstrukcije sukladno proračunu.**

Modalnom analizom je utvrđeno sljedeće: Prvi ton očekivano predstavlja translaciju u Y-smjeru. Period prvog tona je 0,911 s. Drugi ton je translacija u X-smjeru uz malu rotaciju. Period drugog tona iznosi 0,729 s. Već iz navedenog vidljivo je da je građevina različite krutosti u dva ortogonalna smjera. Treći ton translacija u X-smjeru u nešto veću rotaciju s periodom od 0,506 s. S obzirom na navedeno, pojačanja zidova bi trebalo vršiti na zidovima u oba smjera s naglaskom povećanja krutosti AB elementima u y-smjeru. Bitno je dodati da je proračun proveden uz uzimanje u obzir raspucavanja, odnosno krutost zidova na savijanje u ravnini je dodatno umanjena sa 0,5.

### 4.3.4 Seizmički proračun

**Seizmički proračun: EC8 (HRN EN 1998-1:2011)**

Razred tla:	C
Razred važnosti:	II ( $\gamma=1.0$ )
Odnos $ag/R/g$ :	0.183
Koeficijent prigušenja	0.05

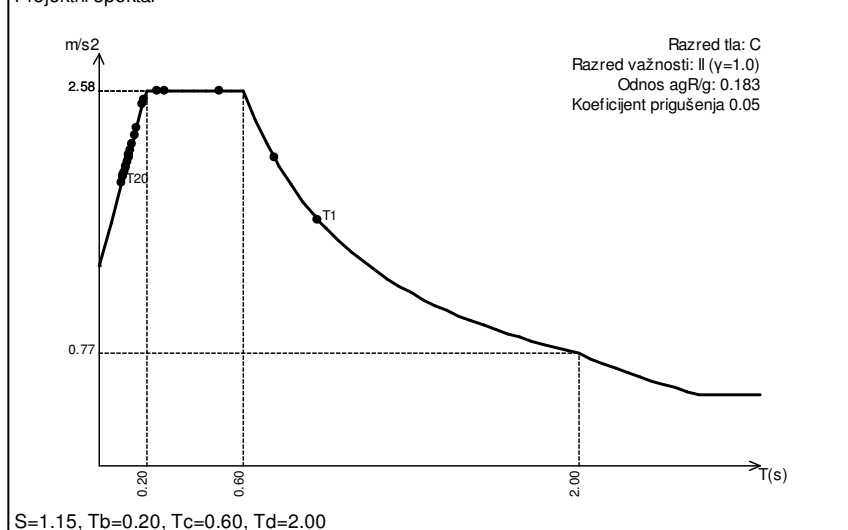
**Faktori pravca potresa:**

Slučaj opterećenja	Kut $\alpha$ [°]	$k, \alpha$	$k, \alpha+90^\circ$	$k_z$	Faktor P.
Edx	0	1.000	0.000	0.000	2.000
Edy	90	1.000	0.000	0.000	2.000

**Tip spektra**

Slučaj opterećenja	S	Tb	Tc	Td	avg/ag
Edx	1.150	0.200	0.600	2.000	1.000
Edy	1.150	0.200	0.600	2.000	1.000

**Projektni spektar**



**Raspored seizmičkih sila po visini objekta - Edx**

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
poz 500 - strop potkrovlja	15.05	5.66	48.85	-1.28	248.72	-33.33	0.59	232.52	-22.49	-7.07
poz 400 - strop 2. kata	12.45	12.39	94.69	-0.54	610.81	-99.65	0.57	368.82	-25.08	6.26
poz 300 - strop 1. kata	8.80	10.20	78.61	-1.47	522.23	-82.09	1.56	310.73	-28.92	7.13
poz 200 - strop prizemlja	4.75	8.64	60.47	-1.87	435.15	-66.01	2.48	241.52	-16.99	6.53
poz 100 - strop podruma	0.75	2.65	17.99	-2.35	91.26	-17.88	0.06	90.28	-8.16	0.28
poz 000 - temelji	-2.45	0.01	0.05	-1.20	0.72	-0.05	-1.95	3.52	-0.83	-2.22
$\Sigma=$		39.55	300.66	-8.70	1908.9	-299.00	3.30	1247.4	-102.47	10.91

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
poz 500 - strop potkrovlja	15.05	-88.32	-90.72	0.83	-15.43	59.91	-1.76	18.74	5.02	0.60
poz 400 - strop 2. kata	12.45	-93.44	-42.99	-3.32	-25.85	50.87	2.40	-20.52	-10.87	0.44
poz 300 - strop 1. kata	8.80	102.45	92.95	-3.42	16.68	-62.94	2.17	-21.27	-4.63	0.93
poz 200 - strop prizemlja	4.75	295.61	208.33	-8.52	69.34	-184.50	4.55	27.12	17.67	-0.25
poz 100 - strop podruma	0.75	83.27	92.04	-6.70	14.80	-80.37	4.22	9.06	12.80	-0.67
poz 000 - temelji	-2.45	1.07	1.08	-3.75	0.32	-0.97	2.29	-0.06	0.24	-0.49
$\Sigma=$		300.64	260.69	-24.88	59.85	-218.00	13.88	13.06	20.23	0.56

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
poz 500 - strop potkrovlja	15.05	-122.96	30.68	11.24	3.23	-17.57	0.76	3.24	5.45	0.14
poz 400 - strop 2. kata	12.45	-151.27	-17.76	-7.90	-2.39	20.93	0.83	31.86	-4.36	-4.42
poz 300 - strop 1. kata	8.80	118.18	-32.97	-9.88	-5.12	19.83	0.70	-75.37	-11.71	-3.24
poz 200 - strop prizemlja	4.75	414.02	2.28	-7.17	7.63	-25.96	1.32	44.11	7.34	-2.43
poz 100 - strop podruma	0.75	218.09	4.74	-5.65	4.24	-21.76	0.91	38.99	17.20	-1.94
poz 000 - temelji	-2.45	8.67	-1.58	-0.75	0.14	-0.30	0.33	0.44	0.30	-0.70
$\Sigma=$		484.74	-14.62	-20.10	7.74	-24.83	4.83	43.27	14.22	-12.59

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
poz 500 - strop potkrovlja	15.05	0.35	5.01	-0.46	-9.00	1.79	-0.65	-8.58	-14.04	-1.36
poz 400 - strop 2. kata	12.45	-0.31	-0.45	-0.54	16.83	-4.50	-0.49	19.15	61.23	2.21
poz 300 - strop 1. kata	8.80	0.27	-12.34	-0.43	-14.99	5.62	-1.20	-5.71	-71.44	-1.65
poz 200 - strop prizemlja	4.75	-0.79	7.59	-0.19	6.23	-1.37	-0.78	-36.78	-32.86	-5.06
poz 100 - strop podruma	0.75	1.38	5.56	-0.20	10.31	-11.63	-0.01	134.37	212.05	-12.31
poz 000 - temelji	-2.45	-0.05	0.07	-0.17	0.04	-0.13	0.09	1.60	3.02	-6.41
$\Sigma=$		0.85	5.44	-1.97	9.42	-10.22	-3.04	104.06	157.96	-24.58

Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15			
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	
poz 500 - strop potkrovlja	15.05	11.88	0.81	1.05	48.84	-16.90	-0.26	0.38	-0.68	0.10	
poz 400 - strop 2. kata	12.45	-40.50	-45.20	-5.59	-18.20	21.85	3.34	0.07	1.99	0.36	
poz 300 - strop 1. kata	8.80	55.39	89.75	-5.20	-83.32	5.32	2.62	-1.23	-2.70	0.33	
poz 200 - strop prizemlja	4.75	-93.48	-27.12	-0.17	32.24	-25.14	3.49	1.01	3.34	0.21	
poz 100 - strop podruma	0.75	326.02	-122.10	-1.18	92.05	32.28	-0.10	-0.17	-5.19	0.21	
poz 000 - temelji	-2.45	3.43	-0.86	-0.57	2.48	-0.38	-0.02	0.01	-0.06	0.08	
		Σ=	262.74	-104.71	-11.66	74.08	17.04	9.06	0.08	-3.30	1.30

Nivo	Z [m]	Ton 16			Ton 17			Ton 18			
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	
poz 500 - strop potkrovlja	15.05	-13.84	29.12	0.55	-2.01	-3.29	0.20	0.71	-2.92	1.22	
poz 400 - strop 2. kata	12.45	38.52	-47.77	2.45	-1.81	7.59	-0.32	-9.83	6.18	0.85	
poz 300 - strop 1. kata	8.80	-25.82	7.83	5.84	6.86	-5.28	-0.45	18.86	-7.85	0.36	
poz 200 - strop prizemlja	4.75	-46.52	49.02	3.04	-2.70	-0.22	-0.41	-17.64	11.78	-0.63	
poz 100 - strop podruma	0.75	181.18	-119.61	4.12	0.79	2.23	-0.04	18.40	-16.42	0.26	
poz 000 - temelji	-2.45	6.46	-3.26	2.67	0.10	-0.05	0.00	0.47	-0.26	0.40	
		Σ=	139.98	-84.66	18.68	1.24	0.98	-1.02	10.98	-9.49	2.46

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20			
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	
poz 500 - strop potkrovlja	15.05	-2.83	-1.62	0.01	-1.09	0.29	0.10	
poz 400 - strop 2. kata	12.45	4.37	2.18	-0.09	1.65	-0.22	-0.20	
poz 300 - strop 1. kata	8.80	-0.26	-0.08	-0.01	-1.50	-0.11	-0.04	
poz 200 - strop prizemlja	4.75	-2.77	-0.18	-0.06	1.51	-0.15	-0.03	
poz 100 - strop podruma	0.75	1.94	-0.94	0.07	-0.50	0.40	-0.07	
poz 000 - temelji	-2.45	-0.07	-0.02	0.09	0.04	0.00	-0.02	
		Σ=	0.38	-0.65	0.02	0.11	0.21	-0.26

**Raspored seizmičkih sila po visini objekta - Edy**

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3			
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	
poz 500 - strop potkrovlja	15.05	43.00	371.36	-9.74	-38.96	5.22	-0.09	-19.10	1.85	0.58	
poz 400 - strop 2. kata	12.45	94.18	719.75	-4.07	-95.67	15.61	-0.09	-30.30	2.06	-0.51	
poz 300 - strop 1. kata	8.80	77.55	597.52	-11.20	-81.80	12.86	-0.24	-25.53	2.38	-0.59	
poz 200 - strop prizemlja	4.75	65.69	459.66	-14.20	-68.16	10.34	-0.39	-19.84	1.40	-0.54	
poz 100 - strop podruma	0.75	20.12	136.74	-17.86	-14.29	2.80	-0.01	-7.42	0.67	-0.02	
poz 000 - temelji	-2.45	0.11	0.36	-9.10	-0.11	0.01	0.31	-0.29	0.07	0.18	
		Σ=	300.66	2285.4	-66.17	-299.00	46.83	-0.52	-102.47	8.42	-0.90

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6			
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	
poz 500 - strop potkrovlja	15.05	-76.58	-78.66	0.72	56.21	-218.23	6.39	29.01	7.77	0.93	
poz 400 - strop 2. kata	12.45	-81.03	-37.28	-2.88	94.17	-185.28	-8.75	-31.77	-16.83	0.68	
poz 300 - strop 1. kata	8.80	88.84	80.60	-2.97	-60.74	229.23	-7.92	-32.94	-7.17	1.45	
poz 200 - strop prizemlja	4.75	256.33	180.64	-7.39	-252.56	672.01	-16.57	41.99	27.35	-0.39	
poz 100 - strop podruma	0.75	72.21	79.81	-5.81	-53.91	292.75	-15.38	14.02	19.82	-1.04	
poz 000 - temelji	-2.45	0.93	0.94	-3.25	-1.17	3.55	-8.34	-0.09	0.37	-0.76	
		Σ=	260.69	226.05	-21.58	-218.00	794.03	-50.56	20.23	31.32	0.87

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9			
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	
poz 500 - strop potkrovlja	15.05	3.71	-0.93	-0.34	-10.36	56.39	-2.43	1.07	1.79	0.05	
poz 400 - strop 2. kata	12.45	4.56	0.54	0.24	7.67	-67.19	-2.66	10.47	-1.43	-1.45	
poz 300 - strop 1. kata	8.80	-3.56	0.99	0.30	16.44	-63.65	-2.24	-24.77	-3.85	-1.06	
poz 200 - strop prizemlja	4.75	-12.49	-0.07	0.22	-24.51	83.33	-4.22	14.49	2.41	-0.80	
poz 100 - strop podruma	0.75	-6.58	-0.14	0.17	-13.62	69.85	-2.91	12.81	5.65	-0.64	
poz 000 - temelji	-2.45	-0.26	0.05	0.02	-0.46	0.97	-1.06	0.14	0.10	-0.23	
		Σ=	-14.62	0.44	0.61	-24.83	79.71	-15.52	14.22	4.67	-4.14

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
poz 500 - strop potkrovlja	15.05	2.21	31.97	-2.91	9.76	-1.94	0.71	-13.02	-21.31	-2.07
poz 400 - strop 2. kata	12.45	-1.95	-2.85	-3.45	-18.27	4.89	0.53	29.08	92.95	3.36
poz 300 - strop 1. kata	8.80	1.73	-78.80	-2.73	16.27	-6.10	1.31	-8.67	-108.45	-2.50
poz 200 - strop prizemlja	4.75	-5.03	48.44	-1.18	-6.76	1.49	0.84	-55.83	-49.89	-7.67
poz 100 - strop podruma	0.75	8.82	35.50	-1.25	-11.19	12.62	0.01	203.97	321.89	-18.69
poz 000 - temelji	-2.45	-0.35	0.45	-1.07	-0.04	0.14	-0.10	2.43	4.59	-9.73
		Σ=	5.44	34.72	-12.59	-10.22	11.10	157.96	239.78	-37.31

Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15			
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	
poz 500 - strop potkrovlja	15.05	-4.74	-0.32	-0.42	11.23	-3.89	-0.06	-16.05	28.77	-4.37	
poz 400 - strop 2. kata	12.45	16.14	18.01	2.23	-4.19	5.03	0.77	-2.97	-83.74	-15.07	
poz 300 - strop 1. kata	8.80	-22.08	-35.77	2.07	-19.16	1.22	0.60	51.71	113.80	-13.92	
poz 200 - strop prizemlja	4.75	37.26	10.81	0.07	7.42	-5.78	0.80	-42.56	-140.88	-8.79	
poz 100 - strop podruma	0.75	-129.93	48.66	0.47	21.17	7.42	-0.02	7.04	218.52	-8.93	
poz 000 - temelji	-2.45	-1.37	0.34	0.23	0.57	-0.09	-0.00	-0.47	2.44	-3.51	
		Σ=	-104.71	41.73	4.65	17.04	3.92	2.08	-3.30	138.90	-54.60

Nivo	Z [m]	Ton 16			Ton 17			Ton 18		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
poz 500 - strop potkrovlja	15.05	8.37	-17.61	-0.33	-1.59	-2.61	0.16	-0.61	2.52	-1.05
poz 400 - strop 2. kata	12.45	-23.30	28.89	-1.48	-1.43	6.01	-0.25	8.50	-5.35	-0.74
poz 300 - strop 1. kata	8.80	15.62	-4.74	-3.53	5.43	-4.19	-0.35	-16.31	6.79	-0.31
poz 200 - strop prizemlja	4.75	28.14	-29.65	-1.84	-2.14	-0.17	-0.32	15.25	-10.19	0.55
poz 100 - strop podruma	0.75	-109.58	72.34	-2.49	0.63	1.77	-0.04	-15.91	14.20	-0.22

poz 000 - temelji	-2.45	-3.90	1.97	-1.62	0.08	-0.04	0.00	-0.41	0.23	-0.35
	Σ=	-84.66	51.20	-11.30	0.98	0.78	-0.80	-9.49	8.21	-2.13

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
poz 500 - strop potkrovlja	15.05	4.89	2.79	-0.02	-2.06	0.54	0.19
poz 400 - strop 2. kata	12.45	-7.54	-3.76	0.16	3.12	-0.41	-0.38
poz 300 - strop 1. kata	8.80	0.45	0.14	0.01	-2.84	-0.21	-0.07
poz 200 - strop prizemlja	4.75	4.78	0.31	0.10	2.87	-0.29	-0.05
poz 100 - strop podruma	0.75	-3.36	1.63	-0.12	-0.96	0.76	-0.14
poz 000 - temelji	-2.45	0.12	0.03	-0.16	0.08	0.00	-0.05
	Σ=	-0.65	1.13	-0.03	0.21	0.39	-0.50

**Faktori participacije - Relativno učešće**

Ton \ Naziv	1. Edx	2. Edy
-------------	--------	--------

1	0.008	0.570
2	0.405	0.012
3	0.265	0.002
4	0.064	0.056
5	0.013	0.198
6	0.003	0.008
7	0.103	0.000
8	0.002	0.020
9	0.009	0.001
10	0.000	0.009
11	0.002	0.003
12	0.022	0.060
13	0.056	0.010
14	0.016	0.001
15	0.000	0.035
16	0.030	0.013
17	0.000	0.000
18	0.002	0.002
19	0.000	0.000
20	0.000	0.000

**Faktori participacije - Sudjelujuće mase**

Ton	U [α=0°]	U [α=90°]
-----	----------	-----------

U obzir se uzima samo masa iznad kote temelja

Kota temelja:	0.00 m
Ukupna masa iznad temelja:	2109.31 T
Ukupna masa cijelog objekta:	2602.60 T

1	1.12	64.74
2	43.02	1.06
3	23.30	0.16
4	5.62	4.22
5	1.12	14.84
6	0.25	0.58
7	9.67	0.01
8	0.16	1.62
9	0.93	0.10
10	0.02	0.74

11	0.23	0.27
12	2.36	5.40
13	5.89	0.94
14	1.65	0.10
15	0.00	3.16
16	3.03	1.13
17	0.03	0.02
18	0.25	0.19
19	0.01	0.03
20	0.00	0.01
ΣU (%)	98.64	99.31

**Poprečne sile u tlocrtu [0.00 m]**

Slučaj opterećenja	Kut α[°]	VtB[kN]
--------------------	----------	---------

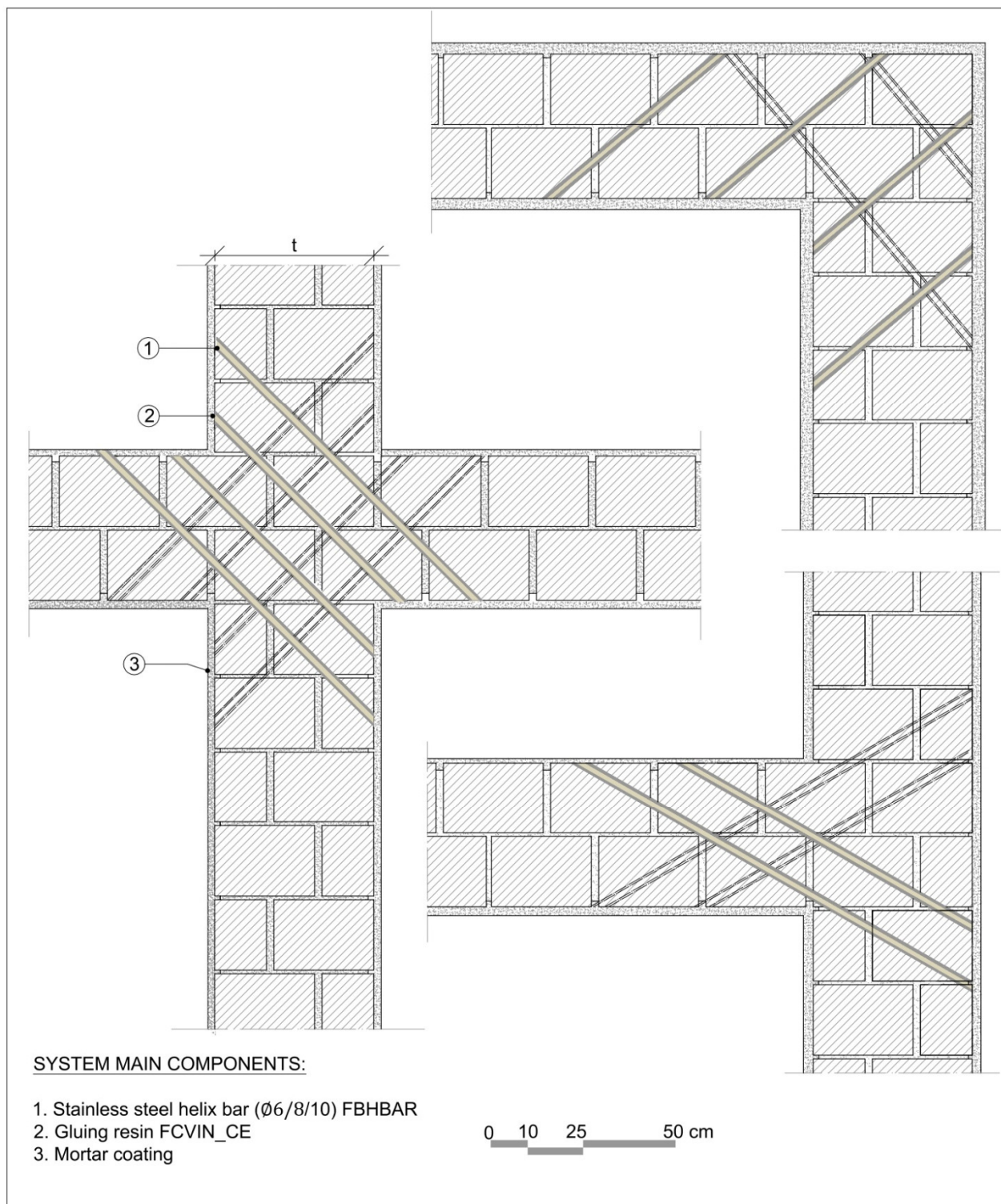
Edx	0	2546.91
Edy	90	2561.53



#### 4.3.5 Proračun ojačanja postojeće vertikalne konstrukcije

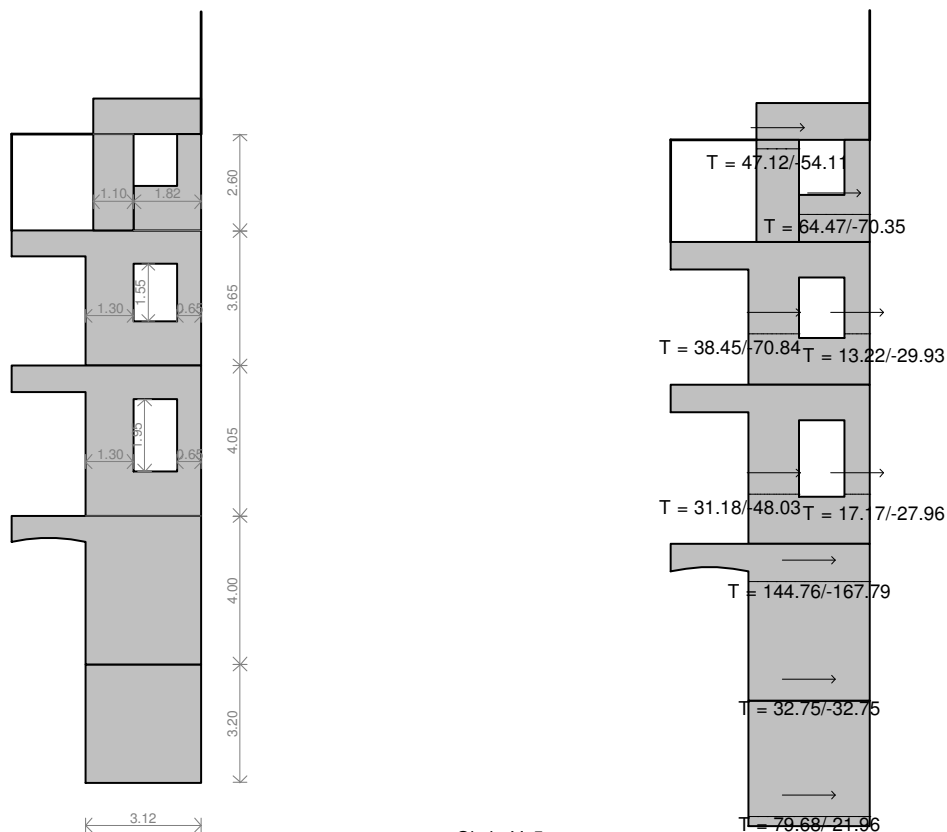
Kako bi se ostvarilo zajedničko djelovanje konstrukcije potrebno je povezati postojeće nosive zidove. Međusobno povezivanje zidova ostvaruje se ugradnjom čeličnih šipki minimalnog promjera 16 mm. Šipke se postavljaju u prethodno izbušene rupe promjera  $D+4$  mm, gdje je  $D$  promjer šipke. Nakon ugradnje šipke, rupa se zapunjava masom za sidrenje tipa SIKA Anchorfix. Šipke se postavljaju cijelom visinom zida na razmaku 30-40 cm.

U nastavku su prikazani načini međusobnog povezivanja zidova ovisno o različitim situacijama spojeva zidova. Točne pozicije na kojima se primjenjuje međusobno povezivanje zidova naznačene su u planu pozicija.



### 4.3.5.1 Proračun ojačanja neomeđenih zidova mlaznim betonom – TORKRETNA OBLOGA

Opt. 21: [Potresna anelopa] 12-19



Okvir: V\_5

Okvir: V\_5  
Vektorski presjeci: Nns

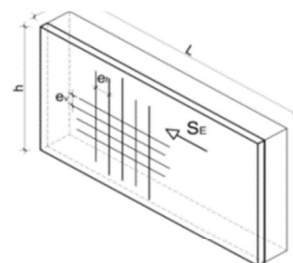
Armatura: **B 500B**  $f_{yk} = 50 \text{ kN/cm}^2$   
 $f_{yd} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$

$A_{s,h} = V_d / (f_{yd} \times (0,1 \beta_s + 0,9))$  ploština horizontalne armature koju presjeca pukotina pod kutem od 45°

$A_{s,v} = \beta_s \times A_{s,h}$  ploština vertikalne armature koju presjeca pukotina pod kutem od 45°

$\beta_s = 0,1; 0,2; \dots 1,0$  - proizvoljno

$\beta_s = 0,1$

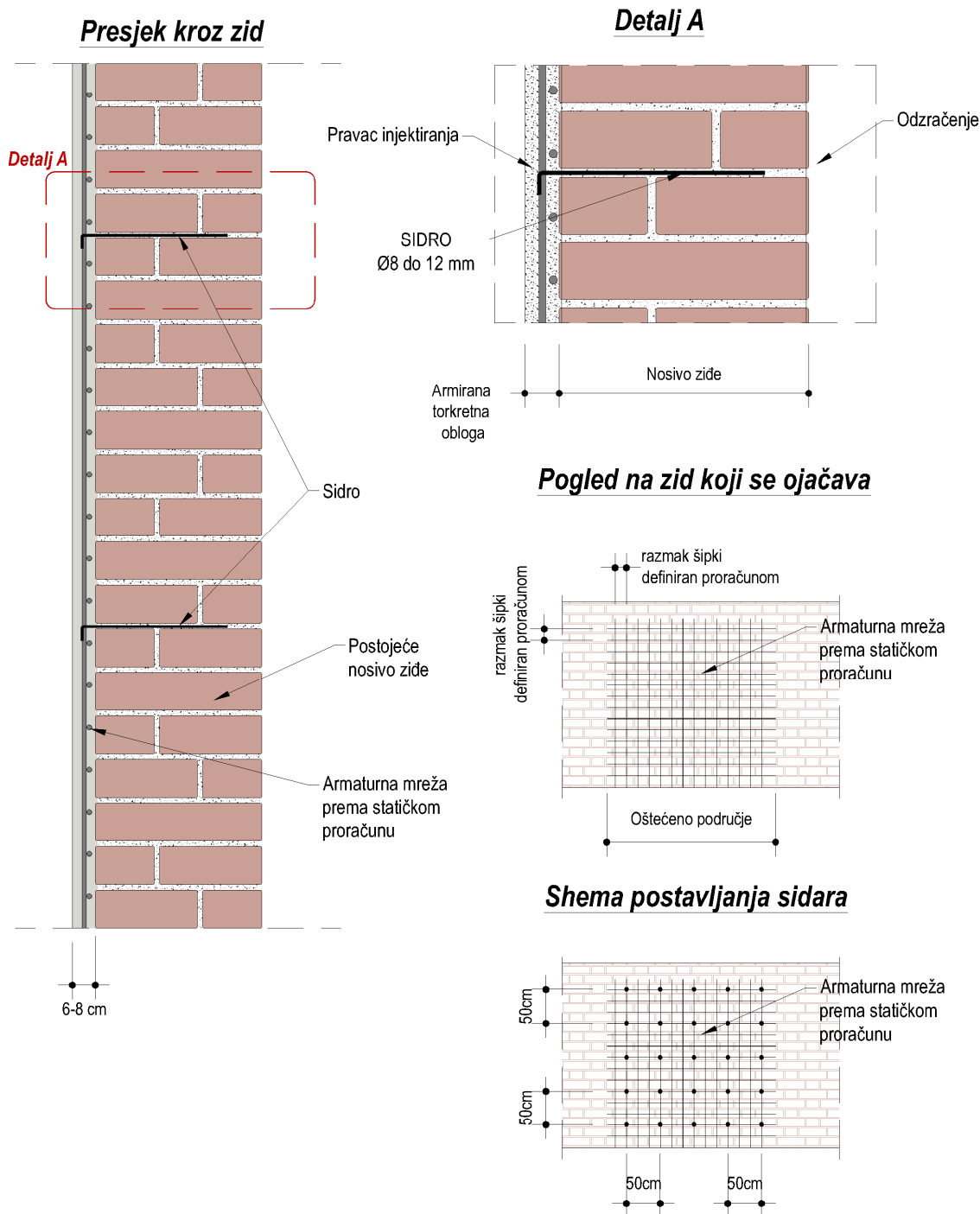


#### PRORAČUN TORKRETNE OBLOGE

OKVIR	ZID	$V_d$	L	d	H	$A_{s,h}$	$A_{s,v}$	n - br. obloga	$\Phi_h$	$\Phi_v$	$e_v$	$e_h$	UKUPNA AMRATURA
[Tower]	[Tower]	[kN]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]				[cm]	[cm]	
V_5	ZY-1	79,7	312	65	320	2,01	0,20	1	8	8	79,83	778,37	Q-335
	ZY-2	167,8	312	65	400	4,24	0,42	1	8	8	47,39	369,63	Q-335
	ZY-3a	48,0	130	65	195	1,21	0,12	1	8	8	80,74	538,26	Q-335
	ZY-3b	28,0	65	65	195	0,71	0,07	1	8	8	138,64	462,12	Q-335
	ZY-4a	70,8	130	65	155	1,79	0,18	1	8	8	43,49	364,79	Q-335
	ZY-4b	29,9	65	65	155	0,76	0,08	1	8	8	102,95	431,71	Q-335
	ZY-5	54,1	110	29	260	1,37	0,14	1	8	8	95,52	404,11	Q-335
ZY-6	70,4	182	44	260	1,78	0,18	1	8	8	73,47	514,27	Q-335	

#### 4.3.5.2 Grafički prikaz ojačanja jednostranim torkretom

### Karakteristični detalj pojačanja zida torketiranjem i armiranjem mrežama

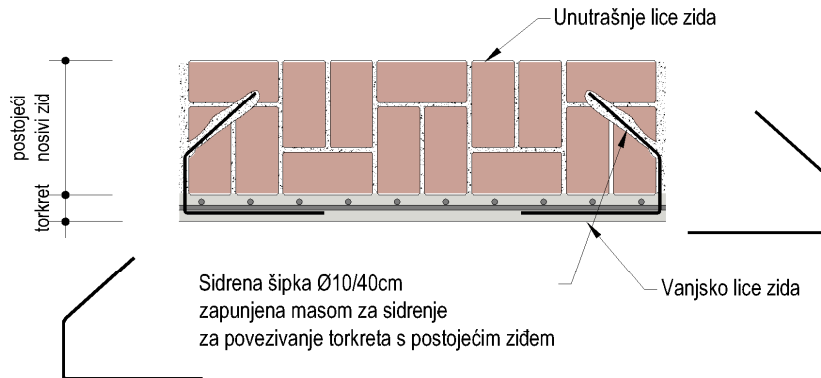


#### Postupak izvedbe:

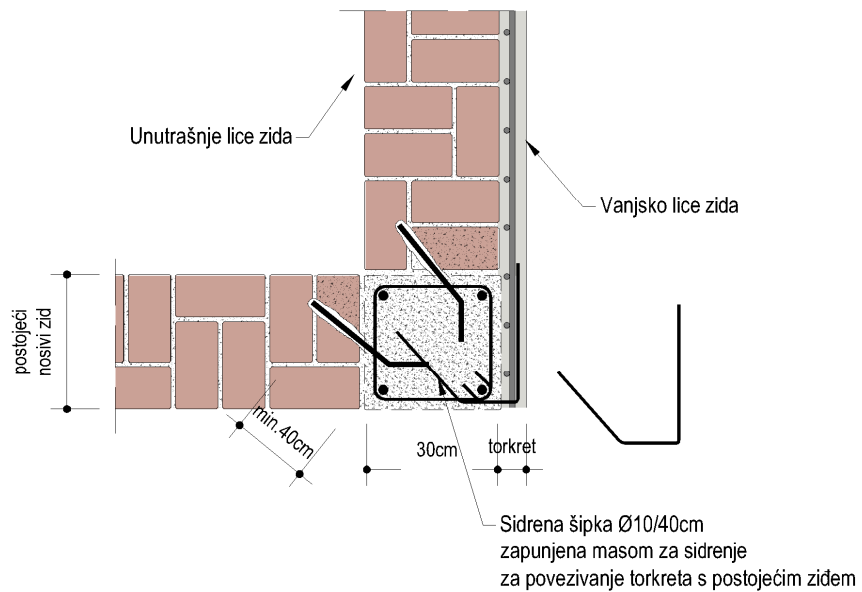
Torkretbeton, 5cm debljine postaviti s vanjske strane zida. Kvaliteta betona je C30/37. Armatura sa slojem betona omogućuje prihvat posmičnih sila i osigurava kompaktnost nakon pojava pukotine u zidanom zidu, ter se ugrađuje prema nacrtu. Prije izvedbe ovakvog pojačanja potrebno je ukloniti svu žbuku sa zida ako postoji. Labave i odlomljene elemente opeke potrebno je ukloniti sve postojeće pukotine injektirati mortom. Za povezivanje armaturnih mreža s oba lica zida služe sidra Ø12mm koje prolaze kroz posebno izbušene rupe u zidu prema prikazanom detalju. Nakon postave sidara, rupe je potrebno naknadno injektirati cementnim mortom ili masom za sidrenje patreba paziti na "odzračivanje". Uobičajno je da se šipke za povezivanje torkreta postavljaju min.4kom/m<sup>2</sup> do 9kom/m<sup>2</sup> (svakih 50-30cm).

## Karakteristični detalji povezivanja torkretne obloge s postojećim zidom

### Tlocrt



### Tlocrt kutnog spoja



### 4.3.5.3 Pravila za izvođenje zidova potkrovlja u sustavu omeđenog zida

**HRN EN 1998-1:2011/NA:2011 (točka 9.7 Pravila za jednostavne zidane zgrade)**

**Uvjeti:**

- najmanja tlačna čvrstoća zidnih elemenata:
  - okomito na horizontalnu sljubnicu fb,min=2.5 MPa;
  - usporedno s horizontalnom sljubnicom u ravni zida: fbh,min=2.0 MPa
- najmanja čvrstoća morta (za omeđeno): fm,min=5 MPa
- obvezno popunjavanje vert. sljubnica (može i na utor/pero ako je ispitivanjem dokazana nosivost zida)
- minimalna debljina zida (omeđeno): t=24 cm
- vitkost: hef/tef ≤ 15
- min. dimenzija poprečnog presjeka serklaža: 15 cm

**- vertikalni serklaži:**

- na slobodnom rubu zida
- s obje strane otvor većeg od 1.5 m<sup>2</sup>
- max. razmak: 5 m
- na presjecištima nosivih zidova, kad god su omeđujući elementi postavljeni prema navedenim pravilima na razmaku većem od 1,5 m.

**- horizontalni serklaži:**

- u ravini međukatnih konstrukcija i max. 4 m (paziti na uvjet vitkosti)

**- armiranje – uzdužna armatura:**

- As,min=300 mm<sup>2</sup> (Npr: 4Ø10)
- ps,min=1% (npr: 25x25cm => 4Ø14; 30x30cm => 4Ø16)
- preklop: 60Ø
- 4Ø10 za jednoetažne građevine
- 4Ø12 za dvoetažne građevine
- 4Ø14 za troetažne građevine i građevine veće etažnosti

[HRN EN 1998-1]

[HRN EN 1998-1]

[TPZK NN 1/2007]

[TPZK NN 1/2007]

[TPZK NN 1/2007]

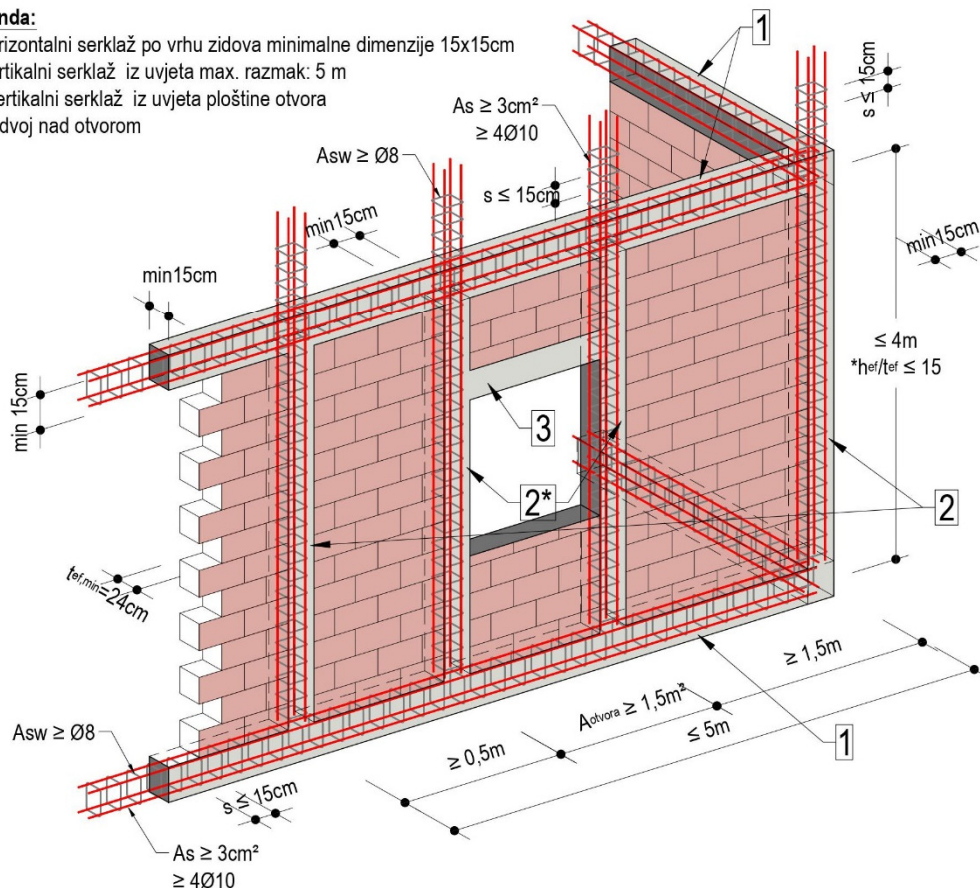
**- armiranje – vilice:**

- min. Ø8 mm, max. razmak 15 cm

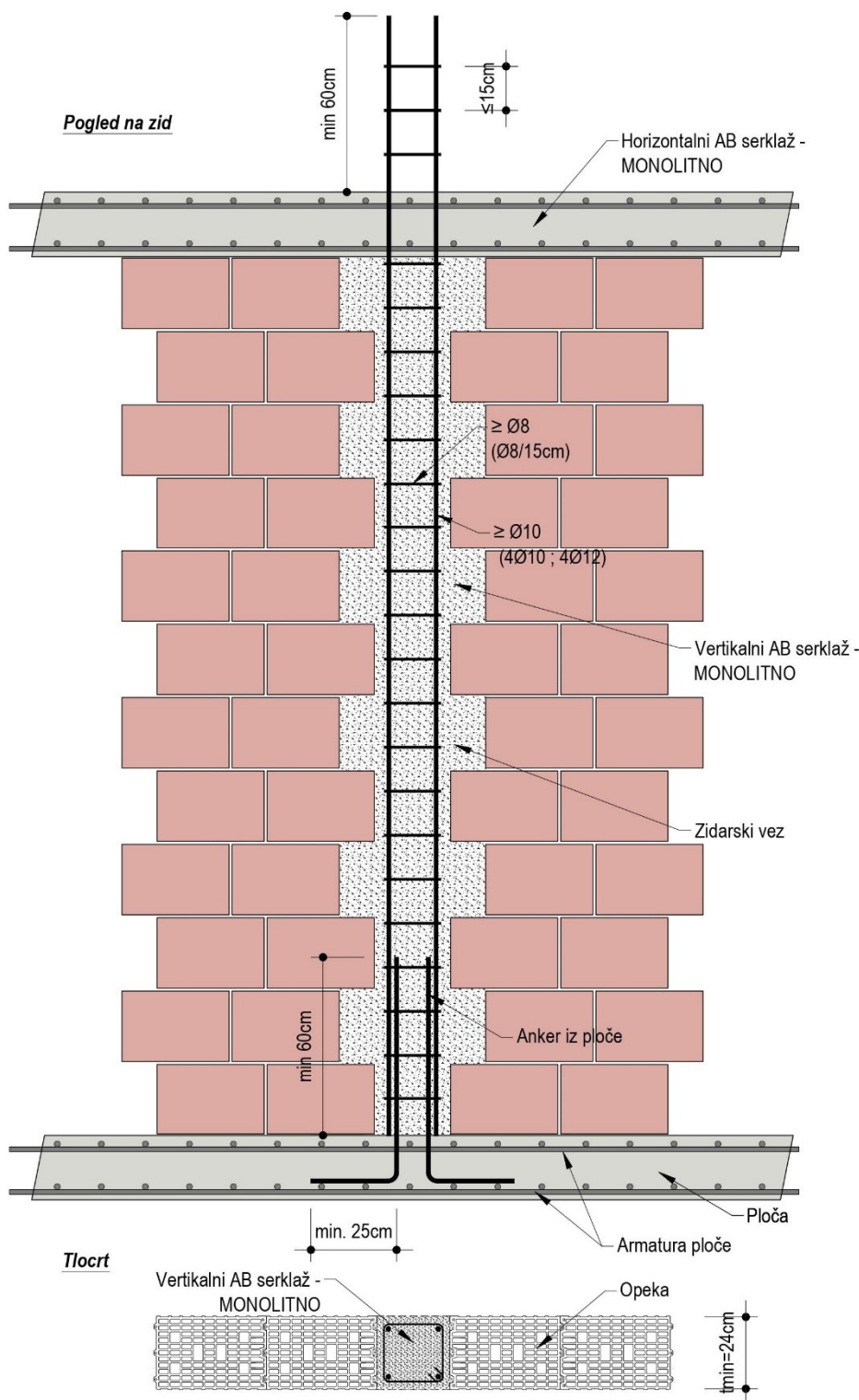
Čelik za armiranje mora biti razreda B500B ili B500C

**Legenda:**

1. Horizontalni serklaž po vrhu zidova minimalne dimenzije 15x15cm
2. Vertikalni serklaž iz uvjeta max. razmak: 5 m
- 2\*. Vertikalni serklaž iz uvjeta ploštine otvora
3. Nadvoj nad otvorom



**Detalj izvedbe AB serklaža unutar zidanog zida**



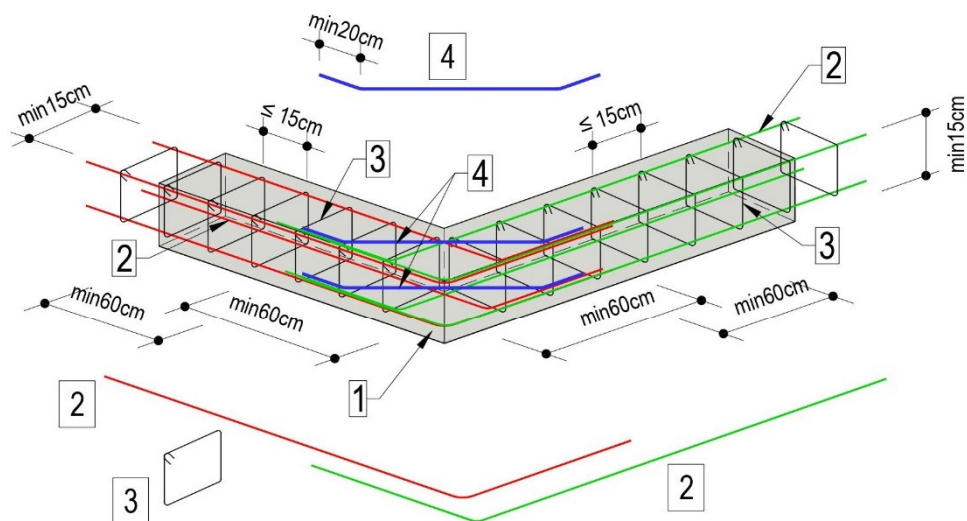
**Postupak izvedbe:**

Izvedbna vertikalnih serklaža se provodi radi osiguranja cjelovitosti zidane konstrukcije kao i radi povećanja nosivosti te duktilnosti. Radi bolje veze samog spoja serklaža i zida poželjno je izvesti zupčasti spoj ("zidarski vez").  
prema HRN EN 1996-1-1:2012 i HRN EN 1998-1:2011

Omeđujući elementi trebaju imati ploštinu presjeka ne manju od 0,02 m<sup>2</sup>, s najmanjom izmjerom od 150mm u tlocrtu zida, i uzdužnu armaturu s najmanjom ploštinom istovrijednom 1,0 % presjeka omeđujućeg elementa ali ne manje od 300 mm<sup>2</sup>. Treba također osigurati spone promjera ne manjeg od 6 mm na razmaku ne većem od 150 mm.

Čelik za armiranje treba biti razreda B ili C u skladu s normom EN 1992-1-1:2004, tablica C.1. Duljina preklopa spona ne treba biti manja od 60 promjera šipke.

**Detalj izvedbe AB horizontalnog serklaža pri vrhu zidanog zida**



**Legenda:**



1. Horizontalni serklaž po vrhu zidova minimalne dimenzije 15x15cm
2. Glavna uzdužna armatura: 4Ø10 (4Ø12) [B500B] (vidi pravila)
3. Spone oko glavne armature: Ø8/15 [B500B] (vidi pravila)
4. Konstruktivne šipke 2Ø10 pod kutem 45° na križanju hor.serklaža

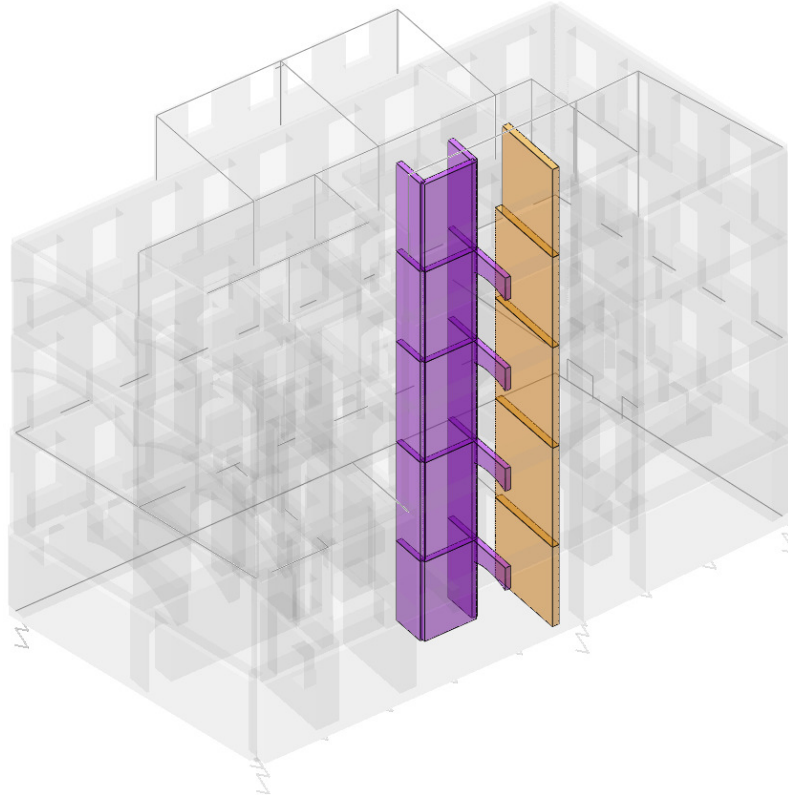
**Napomena projektanta:**

Na prikazanim detaljima je navedena minimalna armatura te konstruktivni detalji izvedbe. Prilikom izvođenja konstrukcije potrebno je ugraditi armaturu dobivenu prema statičkom proračunu ali ne manju od minimalne.

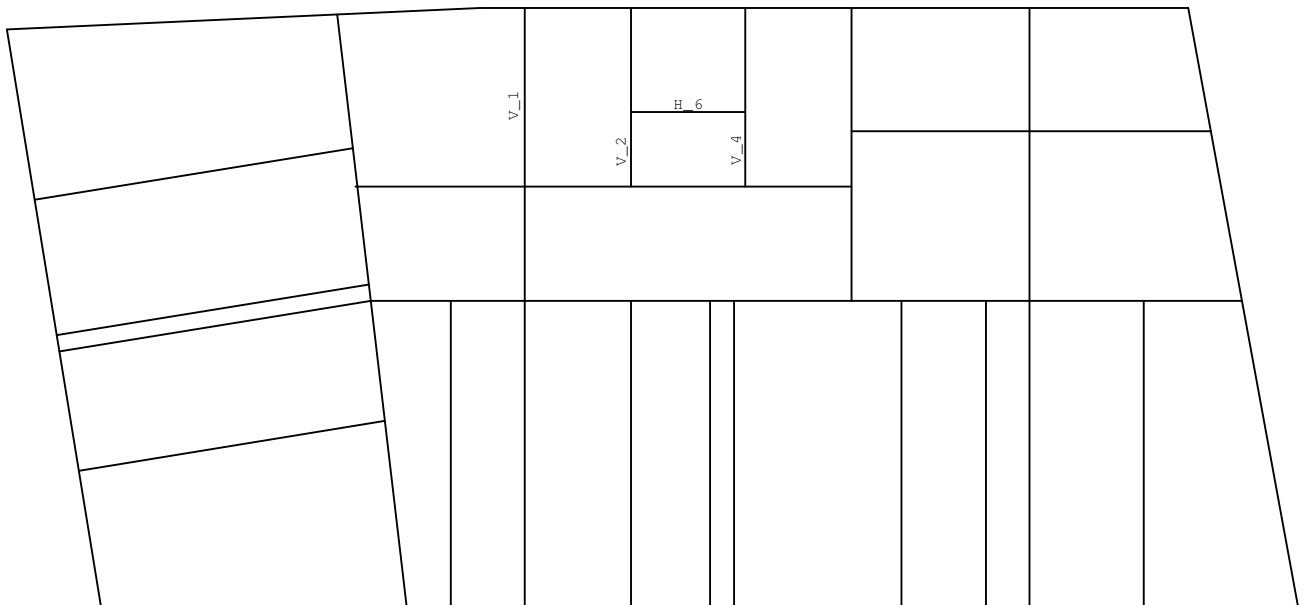
Na vrhu svakog zidanog zida potrebno je izvesti horizontalni serklaž zarezivanjem i ušlicavanjem u zide, te je obavezno povezivanje sa novim stropovima i ortogonalnim zidovima.

#### 4.3.6 Proračun novih AB zidova

Ploča / Zid	
11. d = 0.20 m (Novi AB zid)	
22. d = 0.25 m (Novi AB zid)	



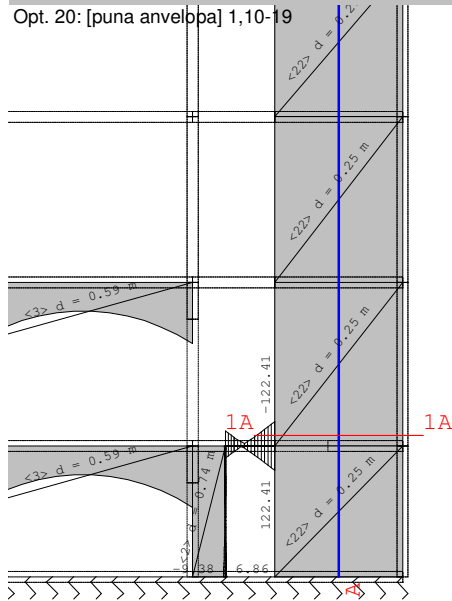
Setovi numeričkih podataka  
Ploča / Zid (11,22)



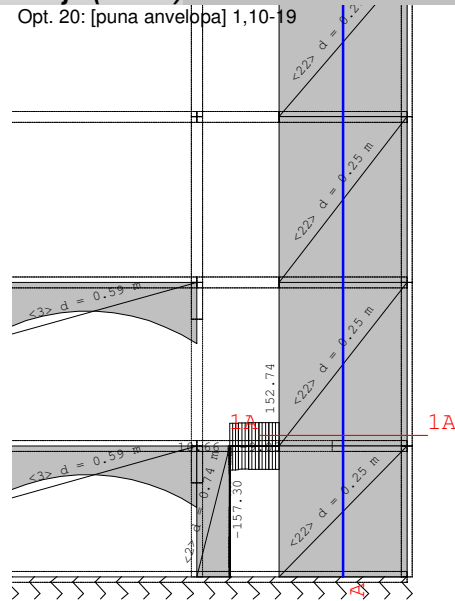


**Dimenzioniranje (beton)**

Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19



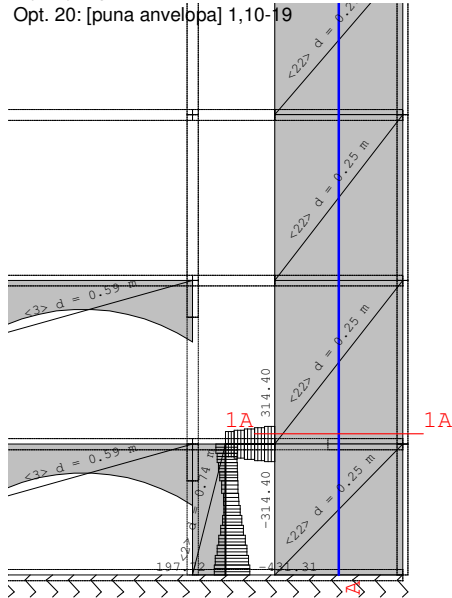
Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19



Okvir: V\_1

Utjecaji u gredi: max M3= 122.41 / min M3= -122.41 kNm

Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19



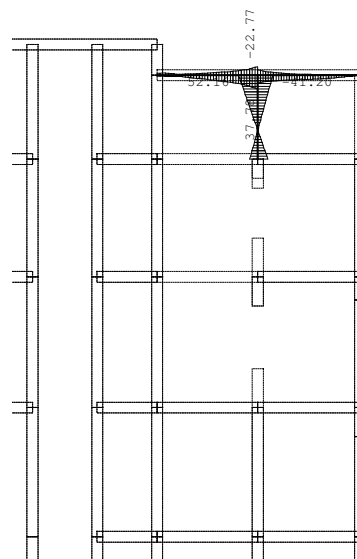
Okvir: V\_1

Utjecaji u gredi: max N1= 314.40 / min N1= -431.31 kN

Okvir: V\_1

Utjecaji u gredi: max T2= 152.74 / min T2= -157.30 kN

Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19

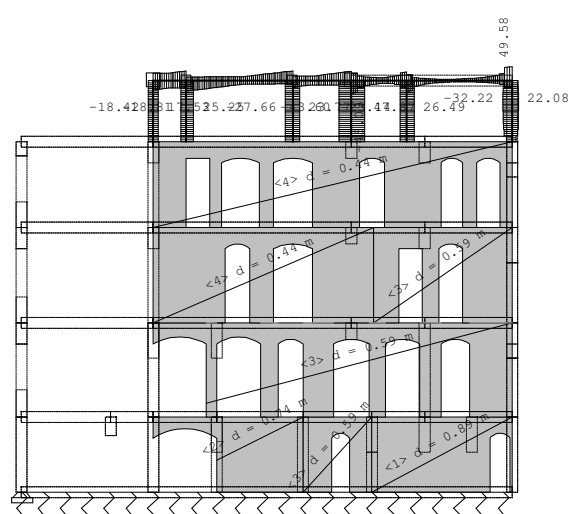
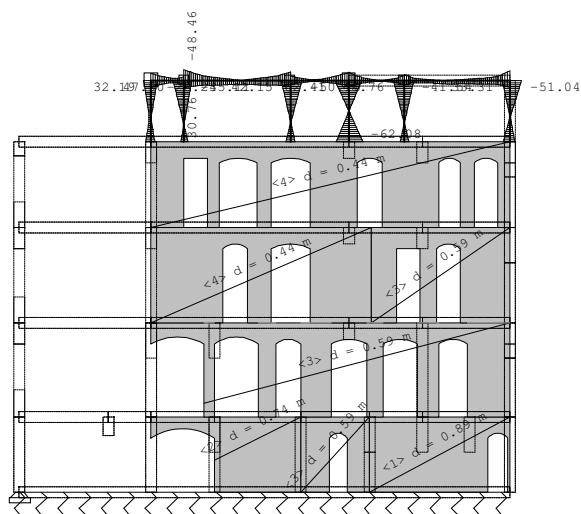
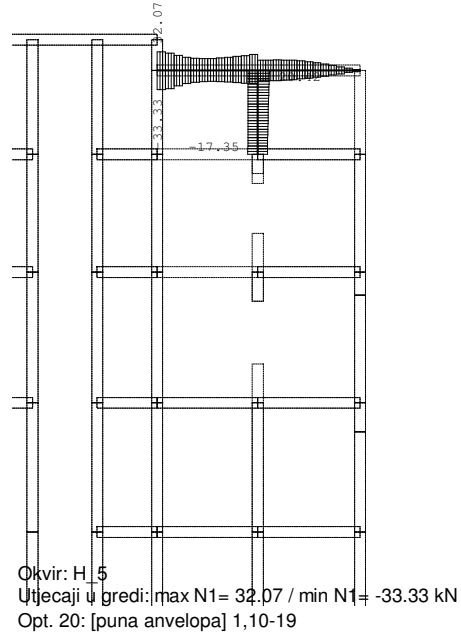
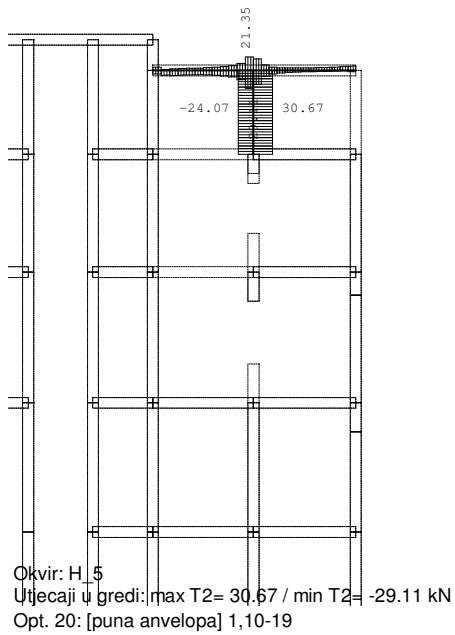


Okvir: H\_5

Utjecaji u gredi: max M3= 52.16 / min M3= -41.20 kNm

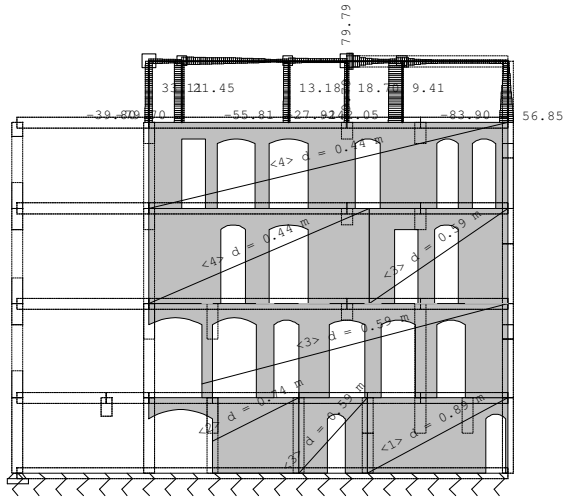
Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19

Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19

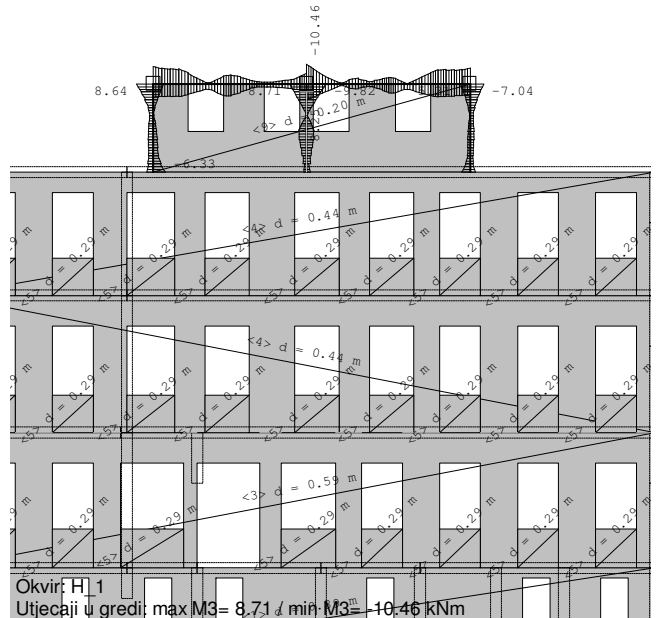


Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19

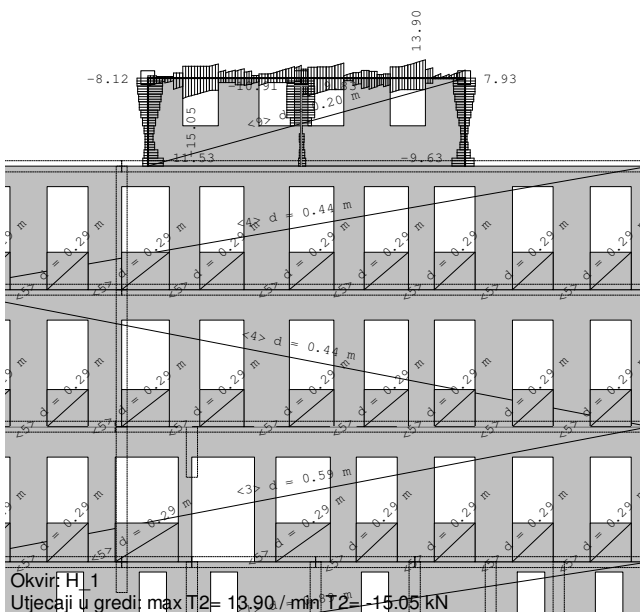
Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19



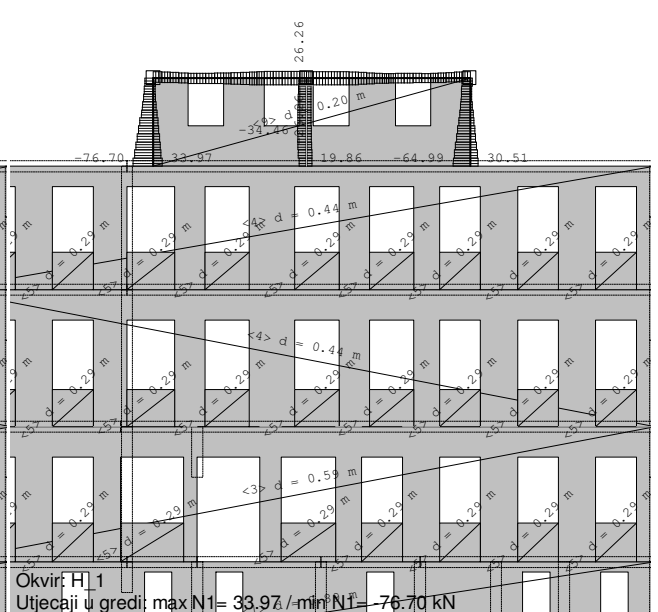
Okvir: H\_2  
Utjecaji u gredi: max N1= 79.79 / min N1= -142.05 kN  
Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19



Okvir: H\_1  
Utjecaji u gredi: max M3= 8.71 / min M3= -10.46 kNm  
Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19



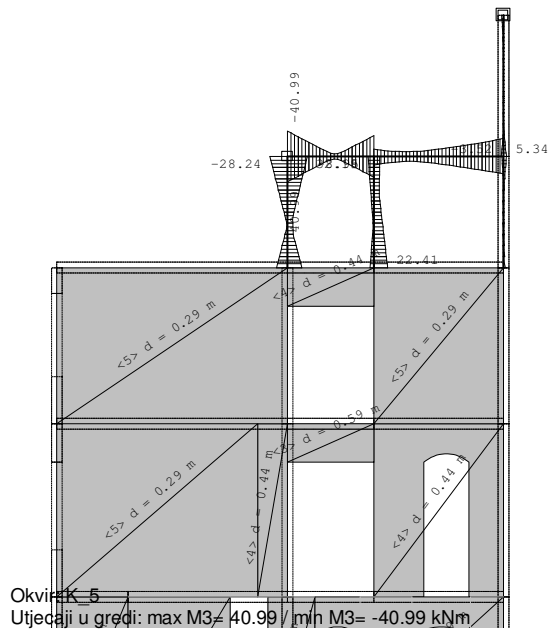
Okvir: H\_1  
Utjecaji u gredi: max T2= 13.90 / min T2= -15.05 kN



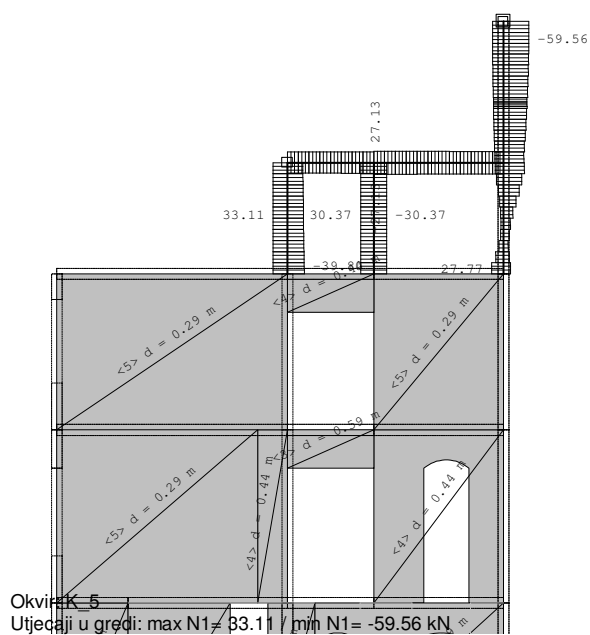
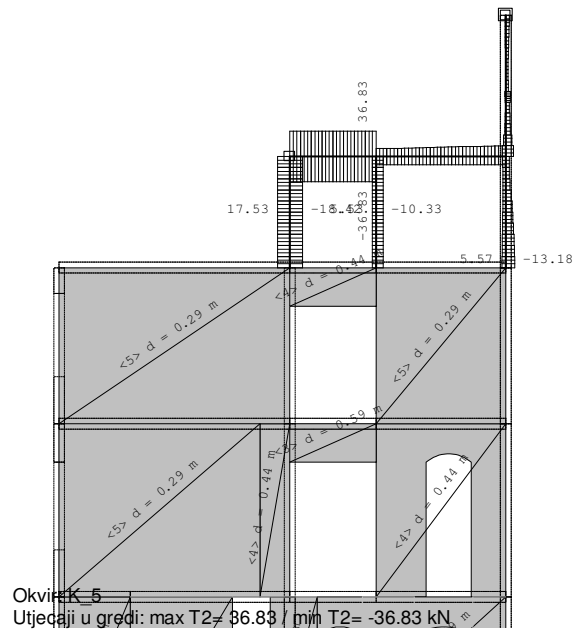
Okvir: H\_1  
Utjecaji u gredi: max N1= 33.97 / min N1= -76.70 kN

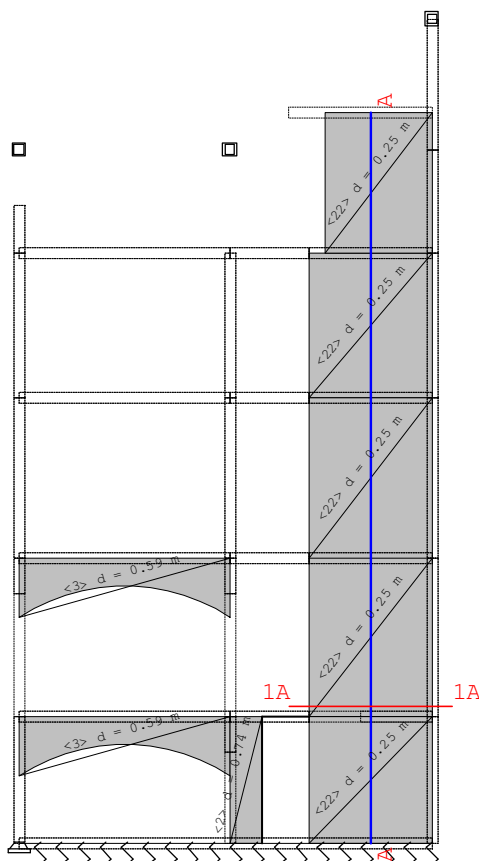
Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19

Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19



Opt. 20: [puna anvelopa] 1,10-19





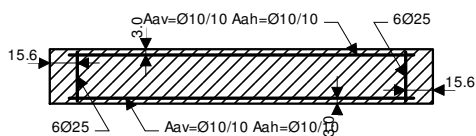
Okvir: V\_1  
Dispozicija presjeka

**Okvir: V\_1**

EC 2 (EN 1992-1-1:2004)  
C 30/37 ( $\gamma_C = 1.50$ ,  $\gamma_S = 1.15$ ) [SP]  
Kutna armatura B500B  
Uzdužna armatura B500B  
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 1,10  
-19 (puna anvelopa)  
(Proračunska anvelopa sila)

**Presjek 1A - 1A (Z=1.00m)**

Mjerodavni presjek za savijanje i posmik



$b/d = 25/312 \text{ cm} \quad A_b = 7800 \text{ cm}^2$

LC	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
----	--------	--------	---------

I	-1961.7	256.7	520.8
II	-138.3	12.0	76.3
III	-12.6	2.4	39.2
IV	-13.6	2.5	41.9
V	-9.7	1.2	28.8
VI	2.8	-0.3	-5.9
VII	-5.5	0.6	-4.5
VIII	260.2	144.7	852.1
IX	523.4	403.1	3491.2

Mjerodavna kombinacija za savijanje:  
0.30xVIII+IX

Mjerodavna kombinacija za posmik:

$I+0.30xII+VIII+0.30xIX$

Med = -3746.80 kNm

Ned = 601.45 kN

Ved = 788.88 kN (Vrd,max = 3521.23 kN)

$\epsilon_b/\epsilon_a = -2.231/25.000 \%$

As1 = 29.10 cm<sup>2</sup> (min:11.70)

(odab:6Ø25)

As2 = 29.10 cm<sup>2</sup> (min:11.70)

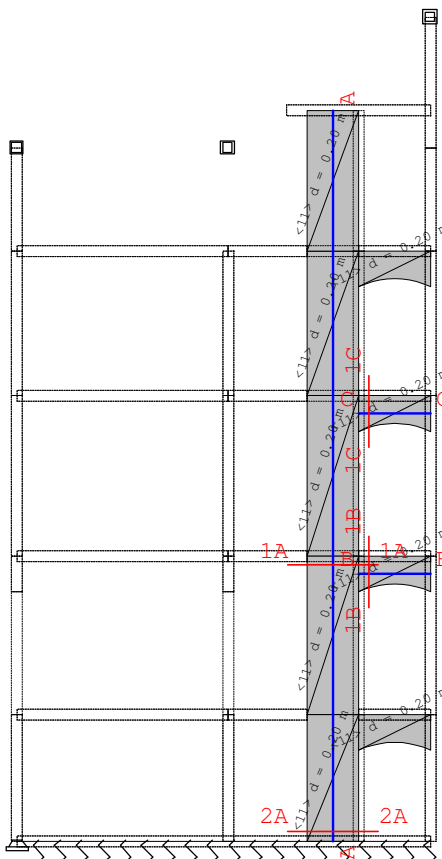
(odab:6Ø25)

Aav = ±2.95 cm<sup>2</sup>/m (min:±1.88)

(odab:±Ø10/10)

Aah = ±3.40 cm<sup>2</sup>/m (min:±2.50)

(odab:±Ø10/10)

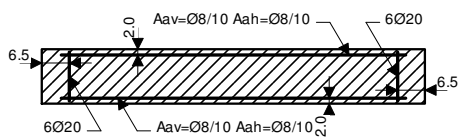


Okvir: V\_2  
Dispozicija presjeka

**Okvir: V\_2**

EC 2 (EN 1992-1-1:2004)  
C 30/37 ( $\gamma_C = 1.50$ ,  $\gamma_S = 1.15$ ) [SP]  
Kutna armatura B500B  
Uzdužna armatura B500B  
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 1,10  
-19 (puna anvelopa)  
(Proračunska anvelopa sila)

Presjek 1A - 1A (Z=4.52m)  
Mjerodavni presjek za posmik



$b/d = 20/130$  cm  $A_b = 2600$  cm<sup>2</sup>

LC	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
I	-393.9	-162.6	28.4
II	-46.0	-7.4	5.9
III	-8.9	0.8	1.8
IV	-9.9	0.5	2.0
V	-7.1	-0.0	1.5
VI	1.9	-0.0	-0.4
VII	-0.9	0.0	-0.1
VIII	197.4	219.5	19.3
IX	358.8	54.9	104.5

Mjerodavna kombinacija za savijanje: 0.30xVIII+IX  
Mjerodavna kombinacija za posmik: -1.00xVIII-0.30xIX  
Med = -228.75 kNm  
Ned = 417.98 kN  
Ved = -353.92 kN (Vrd,max = 1173.74 kN)

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.913/25.000$  %  
As1 = 9.26 cm<sup>2</sup> (min:3.90) (odab:6Ø20)  
As2 = 9.26 cm<sup>2</sup> (min:3.90) (odab:6Ø20)  
Aav = ±0.00 cm<sup>2</sup>/m (min:±1.50) (odab:±Ø8/10)  
Aah = ±3.66 cm<sup>2</sup>/m (min:±2.00) (odab:±Ø8/10)

**Presjek 2A - 2A (Z=-2.19m)**

Mjerodavni presjek za savijanje  
 $b/d = 20/130$  cm  $A_b = 2600$  cm<sup>2</sup>

LC	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
I	-479.5	94.6	188.5
II	-46.6	3.2	12.8
III	-8.3	-0.8	2.7
IV	-9.0	-1.0	2.9
V	-5.0	-0.6	2.0
VI	1.5	0.1	-0.4
VII	-0.2	0.2	0.2
VIII	503.7	34.6	48.5
IX	706.9	51.1	337.0

Mjerodavna kombinacija za savijanje:  
0.30xVIII+IX  
Mjerodavna kombinacija za posmik:  
1+0.30xII+VIII+0.30xIX  
Med = -351.51 kNm  
Ned = 858.02 kN  
Ved = 218.18 kN (Vrd,max = 1173.74 kN)

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.808/25.000$  %

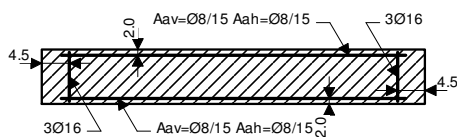
As1 =	16.76 cm <sup>2</sup>	(min:3.90)	(odab:6Ø20)
As2 =	16.76 cm <sup>2</sup>	(min:3.90)	(odab:6Ø20)
Aav =	±0.00 cm <sup>2</sup> /m	(min:±1.50)	(odab:±Ø8/10)
Aah =	±2.26 cm <sup>2</sup> /m	(min:±2.00)	(odab:±Ø8/10)

**Okvir: V 2**

EC 2 (EN 1992-1-1:2004)  
C 30/37 (γ<sub>C</sub> = 1.50, γ<sub>S</sub> = 1.15) [SP]  
Kutna armatura B500B  
Uzdužna armatura B500B  
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 1,10  
-19 (puna anvelopa)  
(Proračunska anvelopa sila)

**Presjek 1B - 1B (Y=8.90m)**

Mjerodavni presjek za savijanje i posmik



$b/d = 20/79.9626 \text{ cm}$   $A_b = 1599.25 \text{ cm}^2$

LC	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
I	-167.0	-135.8	-74.2
II	-7.1	-8.1	-3.1
III	0.2	0.2	0.1
IV	-0.2	-0.1	-0.1
V	-0.2	-0.1	-0.1
VI	0.0	0.0	0.0
VII	0.0	-0.0	-0.0
VIII	191.8	124.2	65.0
IX	168.9	99.5	52.9

Mjerodavna kombinacija za posmik:

1.35xI+1.50xII  
Med = -156.04 kNm  
Ned = 73.33 kN  
Ved = -195.38 kN (Vrd,max = 717.20 kN)

$\epsilon_b/\epsilon_a = -1.925/25.000 \text{ ‰}$   
As1 = 5.80 cm<sup>2</sup> (min:2.40) (odab:3Ø16)  
As2 = 5.80 cm<sup>2</sup> (min:2.40) (odab:3Ø16)  
Aav = ±0.00 cm<sup>2</sup>/m (min:±1.50) (odab:±Ø8/15)  
Aah = ±3.31 cm<sup>2</sup>/m (min:±2.00) (odab:±Ø8/15)

Mjerodavna kombinacija za savijanje:

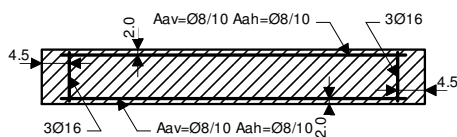
I+0.30xII+VIII+0.30xIX

**Okvir: V 2**

EC 2 (EN 1992-1-1:2004)  
C 30/37 (γ<sub>C</sub> = 1.50, γ<sub>S</sub> = 1.15) [SP]  
Kutna armatura B500B  
Uzdužna armatura B500B  
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 1,10  
-19 (puna anvelopa)  
(Proračunska anvelopa sila)

**Presjek 1C - 1C (Y=8.90m)**

Mjerodavni presjek za savijanje i posmik



$b/d = 20/79.9626 \text{ cm}$   $A_b = 1599.25 \text{ cm}^2$

LC	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
I	-179.4	-146.8	-80.1
II	-8.1	-8.9	-3.6
III	0.2	0.2	0.1
IV	-0.3	-0.1	-0.1
V	-0.4	-0.3	-0.2
VI	0.0	0.0	0.0
VII	0.3	0.3	0.2
VIII	204.6	139.4	69.2
IX	138.4	87.6	45.0

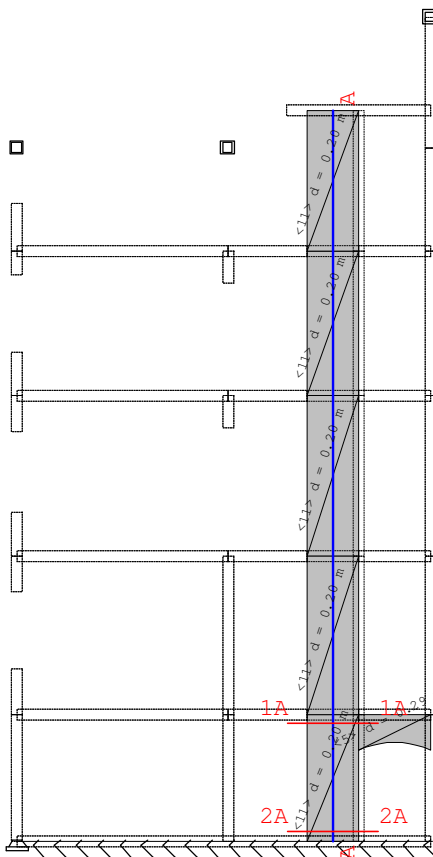
Mjerodavna kombinacija za posmik:

1.35xI+1.50xII  
Med = -163.94 kNm  
Ned = 64.30 kN  
Ved = -211.54 kN (Vrd,max = 717.20 kN)

$\epsilon_b/\epsilon_a = -1.992/25.000 \text{ ‰}$   
As1 = 5.95 cm<sup>2</sup> (min:2.40) (odab:3Ø16)  
As2 = 5.95 cm<sup>2</sup> (min:2.40) (odab:3Ø16)  
Aav = ±0.00 cm<sup>2</sup>/m (min:±1.50) (odab:±Ø8/10)  
Aah = ±3.58 cm<sup>2</sup>/m (min:±2.00) (odab:±Ø8/10)

Mjerodavna kombinacija za savijanje:

I+0.30xII+VIII+0.30xIX

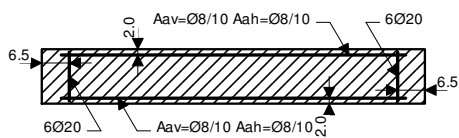


Okvir: V\_4  
Dispozicija presjeka

**Okvir: V\_4**

EC 2 (EN 1992-1-1:2004)  
C 30/37 ( $\gamma_C = 1.50$ ,  $\gamma_S = 1.15$ ) [SP]  
Kutna armatura B500B  
Uzdužna armatura B500B  
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 1,10  
-19 (puna anvelopa)  
(Proračunska anvelopa sila)

Presjek 1A - 1A (Z=0.52m)  
Mjerodavni presjek za savijanje



$b/d = 20/130 \text{ cm}$   $A_b = 2600 \text{ cm}^2$

LC	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
----	--------	--------	---------

I	-822.2	134.5	33.5
II	-78.3	3.0	10.1
III	-1.3	-1.6	3.2
IV	-4.1	-2.0	3.9
V	-3.0	-0.9	2.3
VI	1.1	0.1	-0.5
VII	2.2	0.8	-0.7
VIII	786.8	41.9	54.0
IX	621.3	85.4	295.3

Mjerodavna kombinacija za savijanje:  
0.30xVIII+IX

Mjerodavna kombinacija za posmik:  
I+0.30xII+VIII+0.30xIX

Med = -346.60 kNm  
Ned = 857.34 kN  
Ved = 304.27 kN (Vrd,max = 1173.74 kN)

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.796/25.000 \%$

As1 = 16.66 cm<sup>2</sup> (min:3.90) (odab:6Ø20)  
As2 = 16.66 cm<sup>2</sup> (min:3.90) (odab:6Ø20)  
Aav = ±0.00 cm<sup>2</sup>/m (min:±1.50) (odab:±Ø8/10)  
Aah = ±3.15 cm<sup>2</sup>/m (min:±2.00) (odab:±Ø8/10)

**Presjek 2A - 2A (Z=-2.19m)**

Mjerodavni presjek za posmik

$b/d = 20/130 \text{ cm}$   $A_b = 2600 \text{ cm}^2$

LC	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
I	-1452.8	211.0	205.5
II	-109.1	9.9	11.3
III	1.8	-1.3	1.0
IV	-0.5	-1.6	1.1
V	-1.8	-0.6	0.9
VI	1.1	0.1	-0.2
VII	-0.2	0.7	-0.1
VIII	966.5	70.8	79.6
IX	492.7	44.2	319.6

Mjerodavna kombinacija za savijanje:  
0.30xVIII+IX

Mjerodavna kombinacija za posmik:  
I+0.30xII+VIII+0.30xIX

Med = -343.47 kNm  
Ned = 782.61 kN  
Ved = 446.97 kN (Vrd,max = 1173.74 kN)

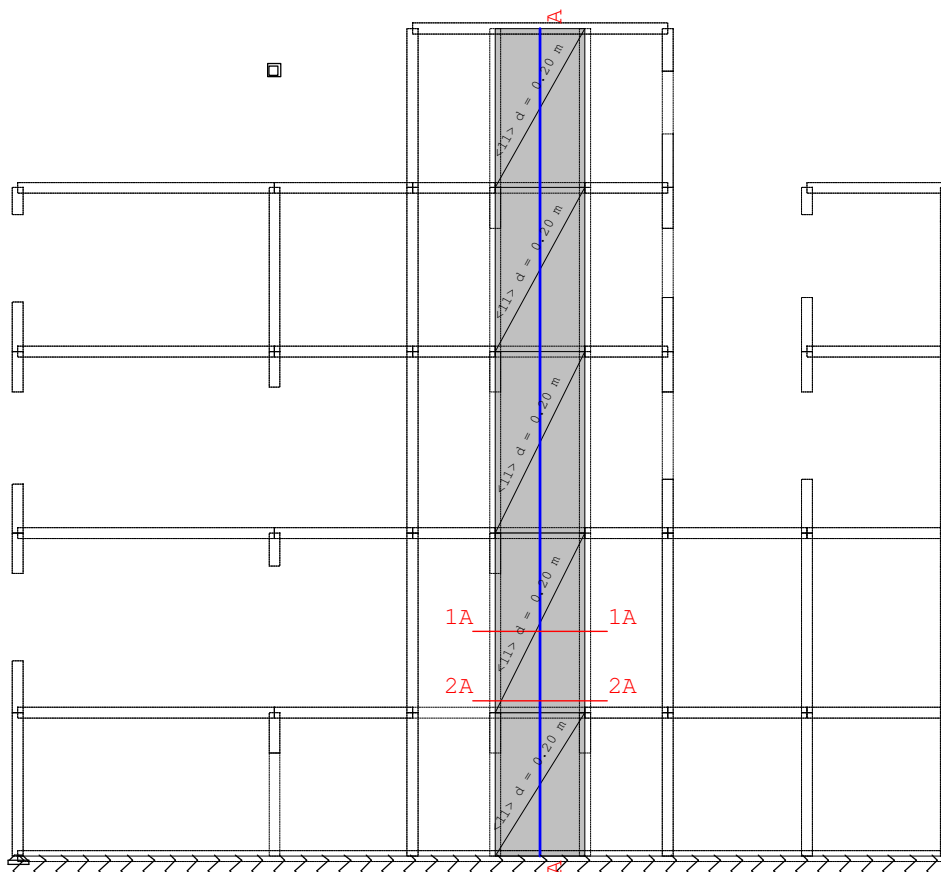
$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.853/25.000 \%$



<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

As1 = 15.73 cm<sup>2</sup> (min:3.90) (odab:6Ø20)  
As2 = 15.73 cm<sup>2</sup> (min:3.90) (odab:6Ø20)  
Aav = ±0.00 cm<sup>2</sup>/m (min:±1.50) (odab:±Ø8/10)  
Aah = ±4.62 cm<sup>2</sup>/m (min:±2.00) (odab:±Ø8/10)

---

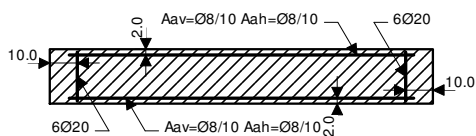


Okvir: H\_6  
Dispozicija presjeka

**Okvir: H\_6**

EC 2 (EN 1992-1-1:2004)  
C 30/37 ( $\gamma_C = 1.50$ ,  $\gamma_S = 1.15$ ) [SP]  
Kutna armatura B500B  
Uzdužna armatura B500B  
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 1,10  
-19 (puna anvelopa)  
(Proračunska anvelopa sila)

Presjek 1A - 1A (Z=2.56m)  
Mjerodavni presjek za posmik



$b/d = 20/200 \text{ cm}$   $Ab = 4000 \text{ cm}^2$

LC	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
I	-774.9	-129.0	-50.7
II	-49.1	-8.1	-0.6
III	7.8	1.2	3.5
IV	7.8	1.0	3.4
V	4.7	0.0	1.9
VI	-0.3	0.0	-0.4
VII	-2.3	0.3	0.8
VIII	225.1	383.3	262.7
IX	559.4	66.3	89.5

Mjerodavna kombinacija za savijanje: 0.30xVIII+IX  
Mjerodavna kombinacija za posmik: -1.00xVIII-0.30xIX  
Med = -247.79 kNm  
Ned = 626.92 kN  
Ved = -604.74 kN (Vrd,max = 1805.76 kN)

$eb/ea = -0.386/25.000 \%$   
As1 = 10.38 cm<sup>2</sup> (min:6.00) (odab:6Ø20)  
As2 = 10.38 cm<sup>2</sup> (min:6.00) (odab:6Ø20)  
Aav = ±0.00 cm<sup>2</sup>/m (min:±1.50) (odab:±Ø8/10)  
Aah = ±4.07 cm<sup>2</sup>/m (min:±2.00) (odab:±Ø8/10)

**Presjek 2A - 2A (Z=1.01m)**

Mjerodavni presjek za savijanje  
 $b/d = 20/200 \text{ cm}$   $Ab = 4000 \text{ cm}^2$

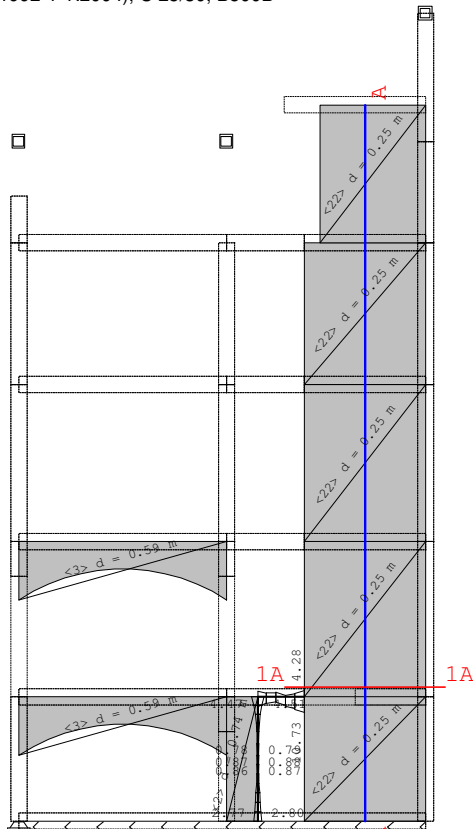
LC	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
I	-676.0	-141.1	-134.1
II	-39.5	-9.2	-3.6
III	9.2	1.0	4.8
IV	9.7	0.9	4.7
V	5.5	0.0	2.3
VI	-0.5	0.0	-0.5
VII	-2.6	0.0	0.9
VIII	187.4	332.4	486.0
IX	866.6	64.7	124.0

Mjerodavna kombinacija za savijanje: 0.30xVIII+IX  
Mjerodavna kombinacija za posmik: -1.00xVIII-0.30xIX  
Med = -269.85 kNm  
Ned = 922.79 kN  
Ved = -527.67 kN (Vrd,max = 1805.76 kN)

$eb/ea = -0.201/25.000 \%$

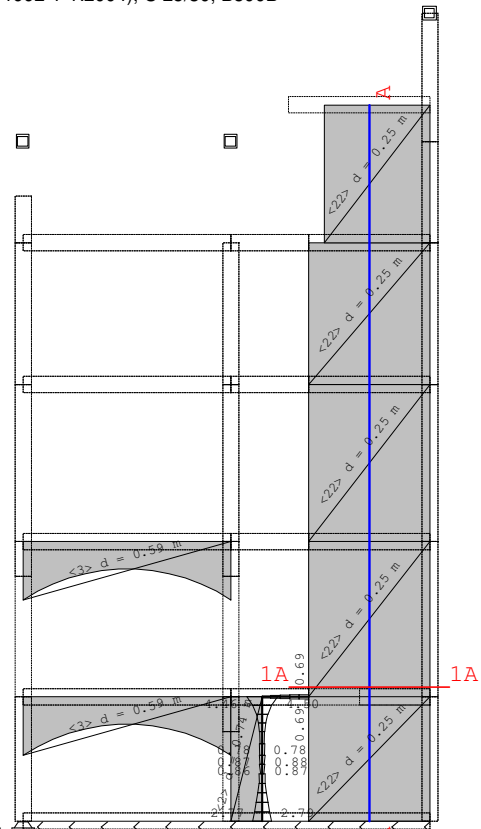
As1 =	14.09 cm <sup>2</sup>	(min:6.00)	(odab:6Ø20)
As2 =	14.09 cm <sup>2</sup>	(min:6.00)	(odab:6Ø20)
Aav =	±0.00 cm <sup>2</sup> /m	(min:±1.50)	(odab:±Ø8/10)
Aah =	±3.55 cm <sup>2</sup> /m	(min:±2.00)	(odab:±Ø8/10)

Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B

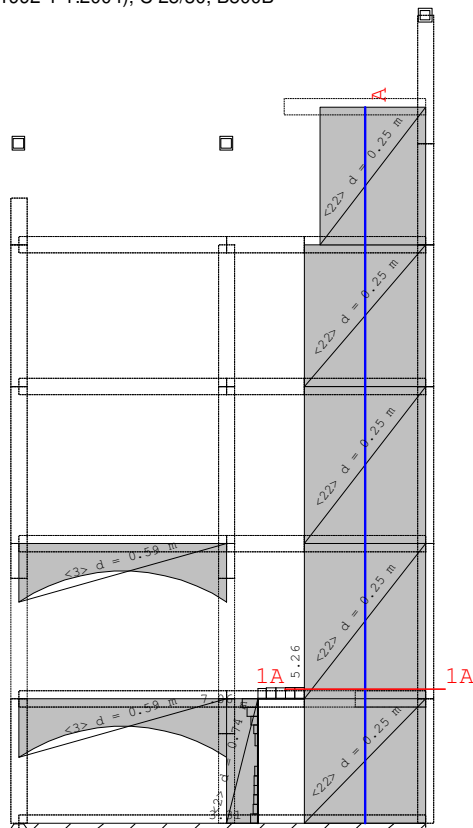


Okvir: V\_1  
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1= 4.47 / 10.73 cm<sup>2</sup>  
Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B

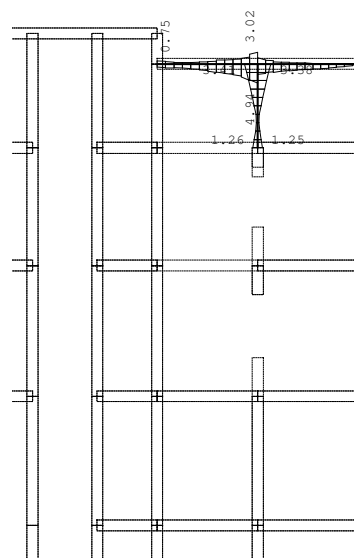
Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B



Okvir: V\_1  
Armatura u gredama: max Aa3/Aa4= 4.50 / 4.46 cm<sup>2</sup>  
Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B



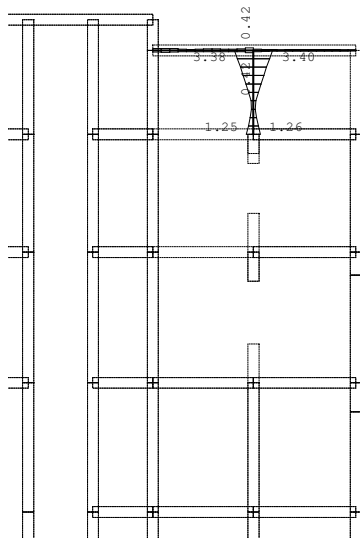
Okvir: V\_1  
Armatura u gredama: max Asw= 7.06 cm<sup>2</sup>



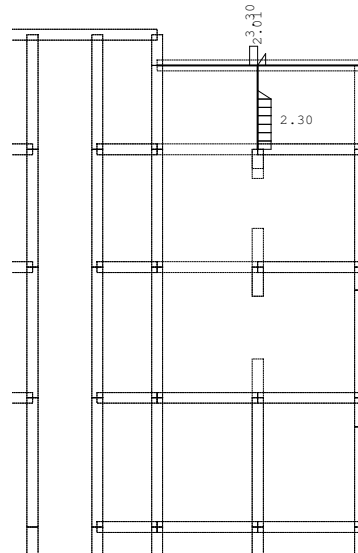
Okvir: H\_5  
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1= 3.38 / 4.94 cm<sup>2</sup>

Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B

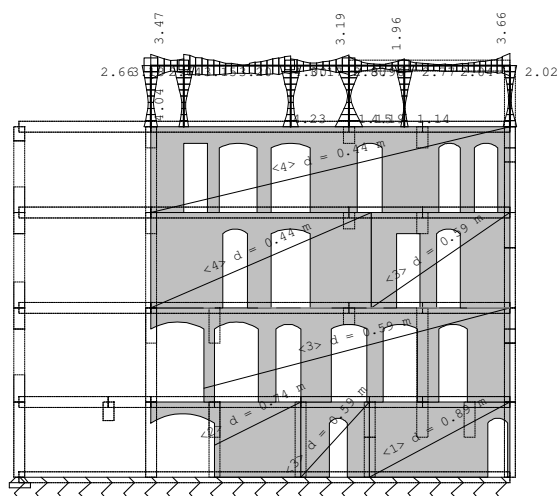
Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B



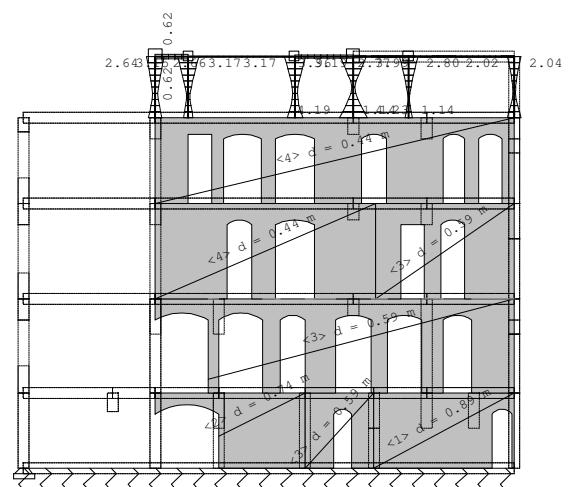
Okvir: H\_5  
Armatura u gredama: max  $Aa3/Aa4 = 3.40 / 3.38 \text{ cm}^2$   
Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B



Okvir: H\_5  
Armatura u gredama: max  $A_{sw} = 3.30 \text{ cm}^2$   
Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B



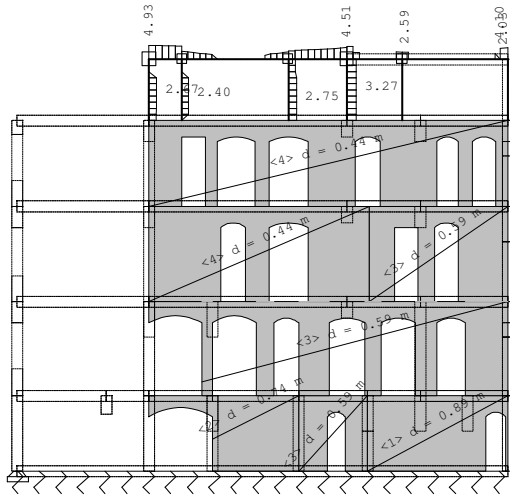
Okvir: H\_2  
Armatura u gredama: max  $Aa2/Aa1 = 4.19 / 4.23 \text{ cm}^2$



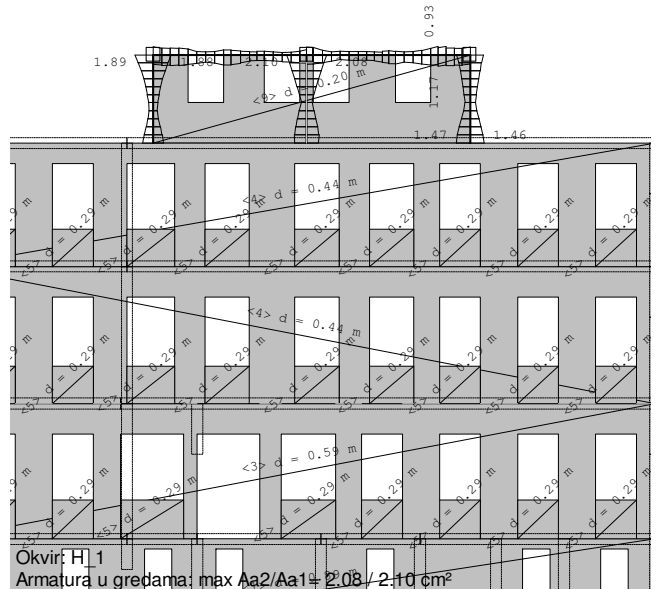
Okvir: H\_2  
Armatura u gredama: max  $Aa3/Aa4 = 4.23 / 4.19 \text{ cm}^2$

Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B

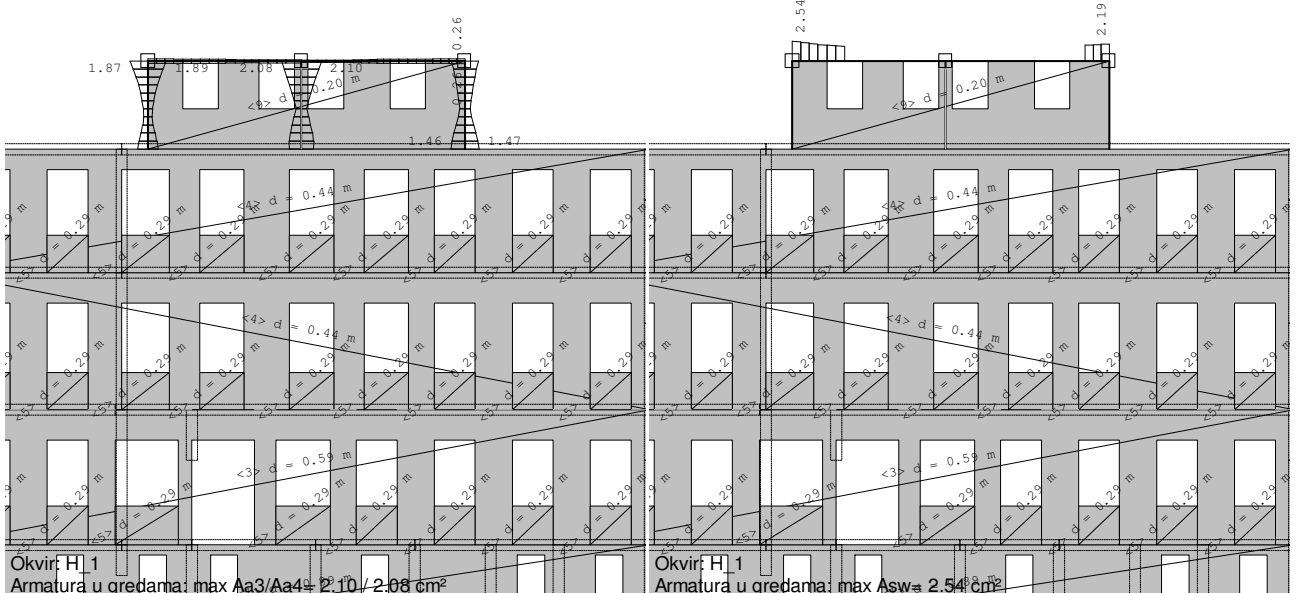
Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B



Okvir: H\_2  
Armatura u gredama: max  $A_{sw} = 4.93 \text{ cm}^2$   
Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B



Okvir: H\_1  
Armatura u gredama: max  $A_{a2}/A_{a1} = 2.08 / 2.10 \text{ cm}^2$   
Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B

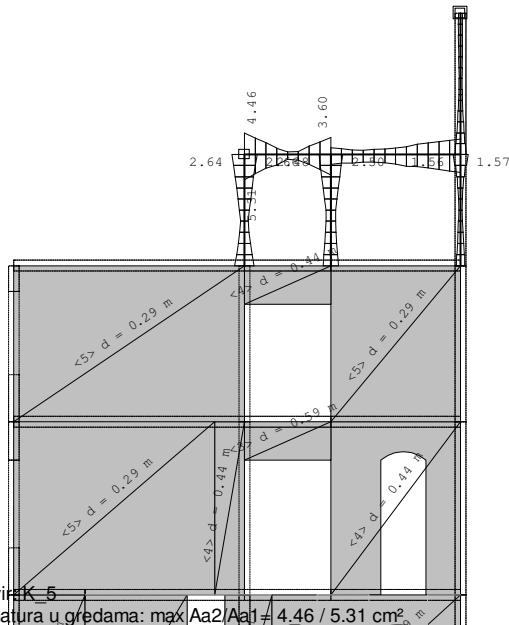


Okvir: H\_1  
Armatura u gredama: max  $A_{a3}/A_{a4} = 2.10 / 2.06 \text{ cm}^2$

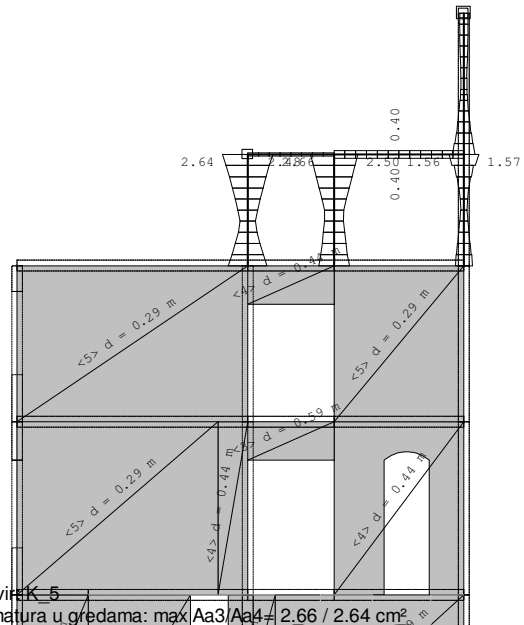
Okvir: H\_1  
Armatura u gredama: max  $A_{sw} = 2.54 \text{ cm}^2$

Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B

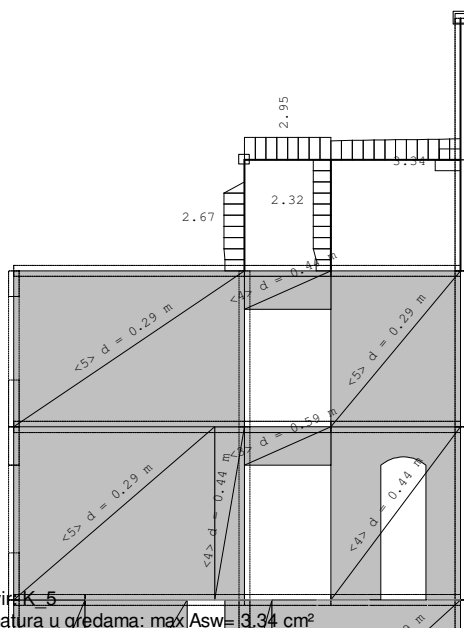
Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B



Okvir K 5  
Armatura u gredama: max  $A_{a2}/A_{a1} = 4.46 / 5.31 \text{ cm}^2/\text{m}$   
Mjerodavno opterećenje: 1,10-19  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25/30, B500B

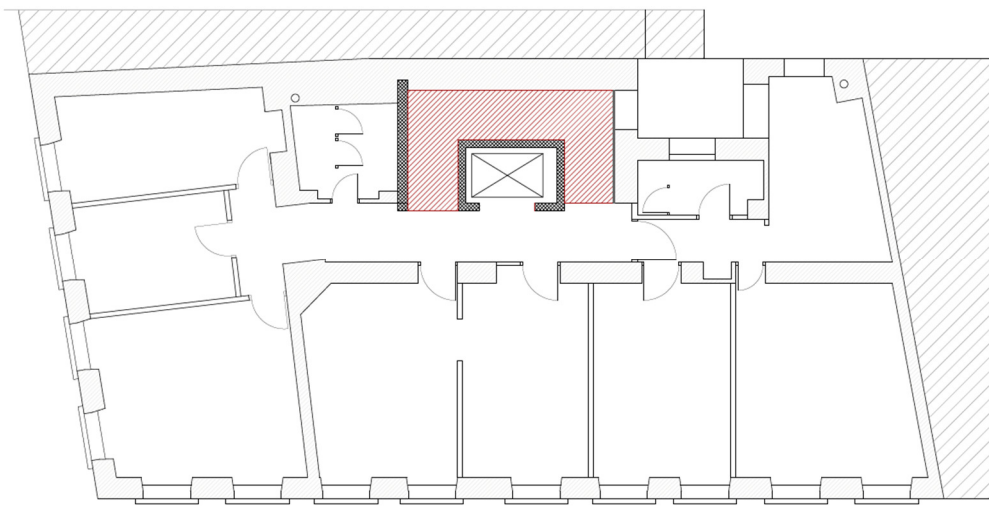


Okvir K 5  
Armatura u gredama: max  $A_{a3}/A_{a4} = 2.66 / 2.64 \text{ cm}^2/\text{m}$



Okvir K 5  
Armatura u gredama: max  $A_{sw} = 3.34 \text{ cm}^2$

#### 4.4 Proračun stubišta



#### A // Stalno opterećenje

HRN EN 1991-1-1:2012/NA:2012

##### A 1 / Pozicija

Opis pozicije

**ST**

**Stubište**

Br.	Sloj	Zapreminska težina [kN/m <sup>3</sup> ]	Debljina sloja [cm]	Stalno opterećenje g <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
01 /	Podna obloga	23	3,0	0,69
02 /	Gazište	25		2,60
Ukupno stalno opterećenje				<b>3,29</b>

#### B // Uporabno opterećenje

HRN EN 1991-1-1:2012/NA:2012

Namjena površine	Kategorija prema HRN EN 1992-1- 1:2012/NA	Primjer	Uporabno opterećenje q <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
01 /	<b>S1</b>	Stubišta i stubišni podesti u stambenim i uredskim zgradama i ambulancama, bez teške opreme	<b>3,0</b>
02 /	<b>S2</b>	Sva stubišta koja se ne mogu razvrstati u S1 ili S3	<b>5,0</b>
03 /	<b>S3</b>	Pristupi i stubišta koji vode do tribina bez nepomičnih sjedala, a služe kao izlazi za nuždu	<b>7,5</b>

#### Osnovni podaci o modelu

Datoteka: Trokrako stubište.twp  
Datum proračuna: 22.5.2023

Način proračuna: 3D model

- Teorija I-og reda     
  Modalna analiza     
  Stabilnost  
 Teorija II-og reda     
  Seizmički proračun     
  Faze građenja  
 Nelinearni proračun

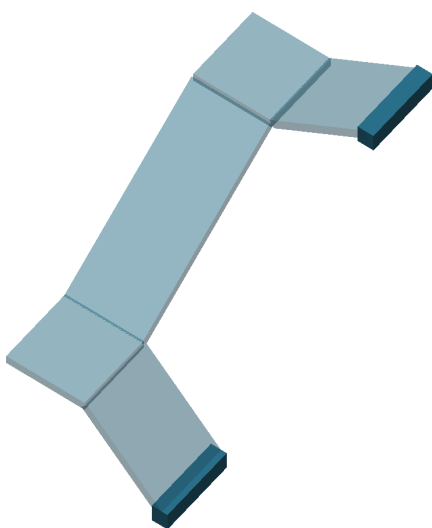
##### Veličina modela

Broj čvorova: 633  
 Broj pločastih elemenata: 276  
 Broj gređnih elemenata: 12  
 Broj graničnih elemenata: 333  
 Broj osnovnih slučajeva opterećenja: 3  
 Broj kombinacija opterećenja: 1

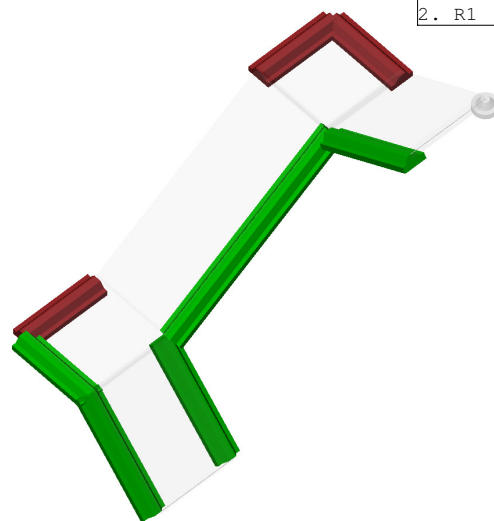
##### Jedinice mjera

Dužina: m [cm,mm]  
 Sila: kN  
 Temperatura: Celsius

**Ulazni podaci - Konstrukcija**



Izometrija



Setovi numeričkih podataka  
Linjski ležaj (1,2)

Linjski ležaj  
1. R1 R2 R3  
2. R1

**Shema nivoa**

Naziv	z [m]	h [m]
	4.05	0.95
	3.10	1.80
	1.30	1.30
	0.00	

**Tabela materijala**

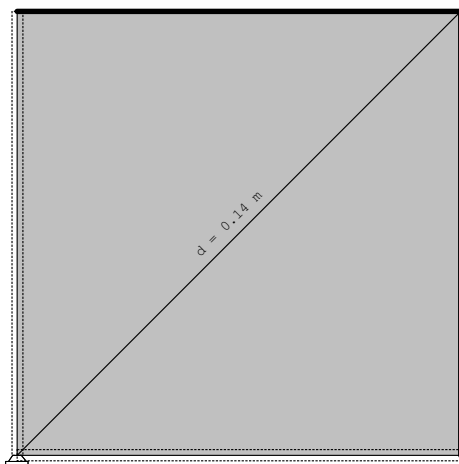
No	Naziv materijala	E[kN/m <sup>2</sup> ]	$\mu$	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\alpha$ [1/C]	Em[kN/m <sup>2</sup> ]	$\mu$ m
1	Beton MB 30	3.150e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.150e+7	0.20

**Setovi linijskih ležajeva**

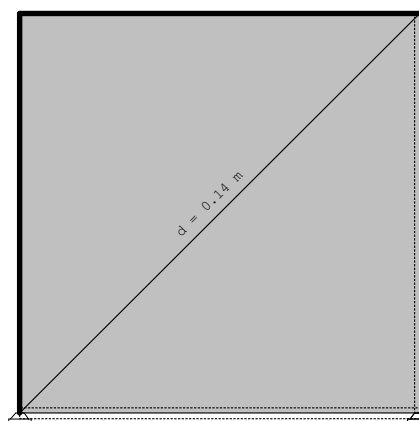
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10		
2	1.000e+10				

**Setovi točkastih ležajeva**

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

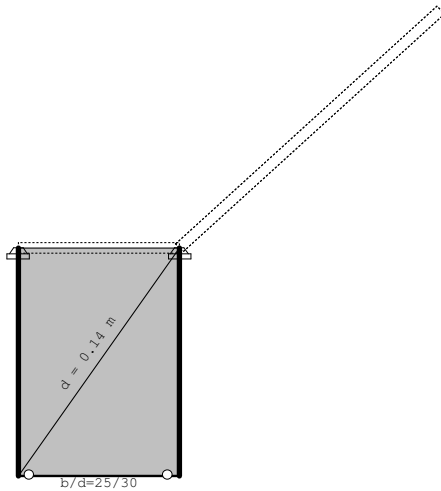


Nivo: [3.10 m]

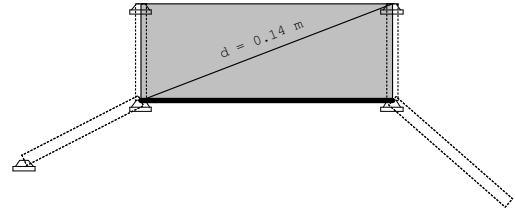


Nivo: [1.30 m]

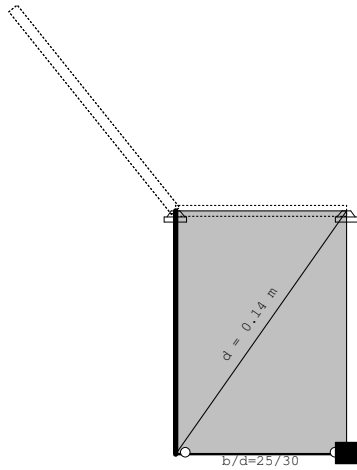




Pogled: Krak 1



Pogled: Krak 2



Pogled: Krak 3

### Ulazni podaci - Opterećenje

#### Lista slučajeva opterećenja

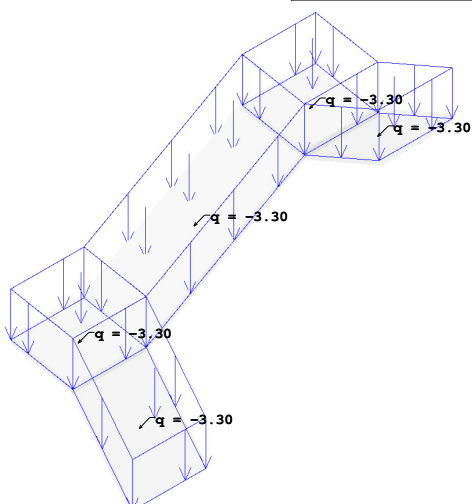
LC	Naziv
1	Stalno (g)
2	Dodatno stalno
3	Uporabno
4	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII

Opt. 2: Dodatno stalno

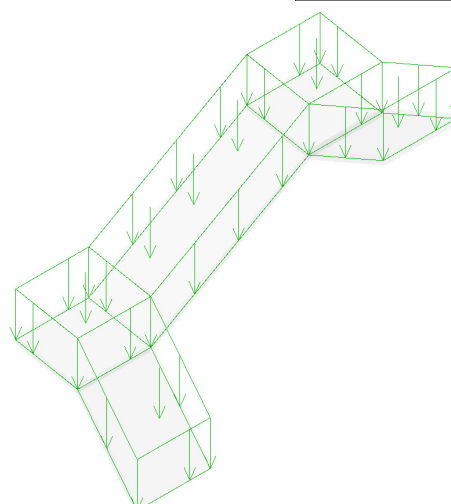
Površinsko opterećenje  
2. p=-3.30 kN/m<sup>2</sup>

Opt. 3: Uporabno

Površinsko opterećenje  
1. p=-5.00 kN/m<sup>2</sup>



Setovi numeričkih podataka  
Površinsko opterećenje (2)

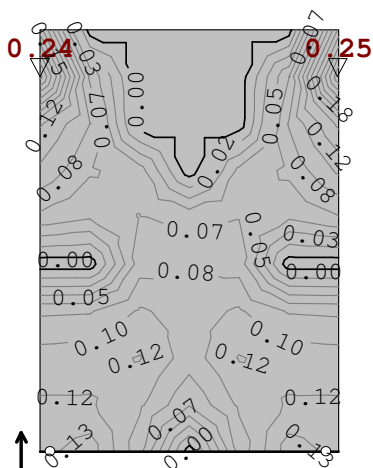


Setovi numeričkih podataka  
Površinsko opterećenje (1)

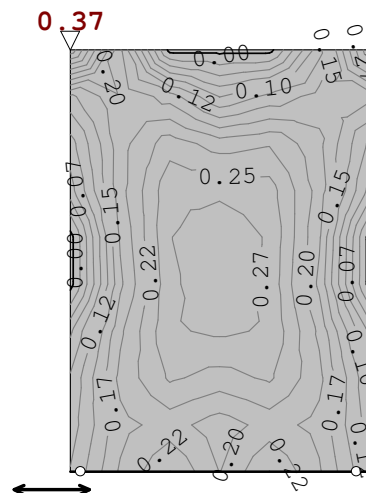
### Dimenzioniranje (beton)

Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500, a=2.50 cm

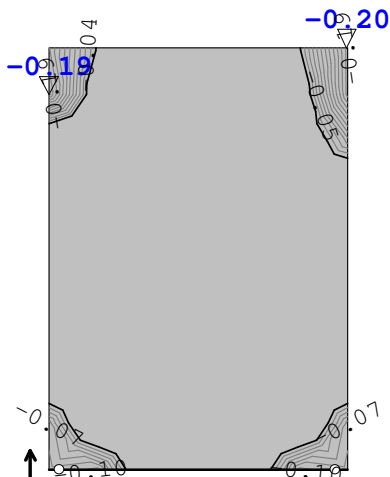
Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500, a=2.50 cm



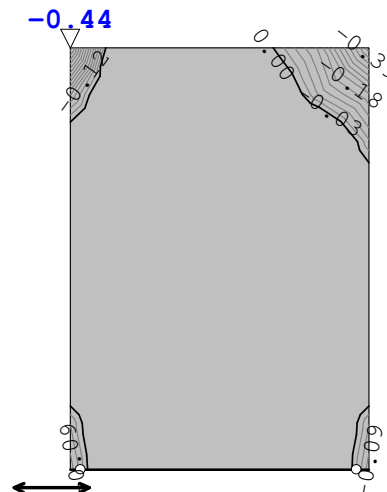
Pogled: Krak 1  
Aa - d.zona - Pravac 2 - max Aa2,d= 0.25 cm<sup>2</sup>/m  
Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500, a=2.50 cm



Pogled: Krak 1  
Aa - d.zona - Pravac 1 - max Aa1,d= 0.37 cm<sup>2</sup>/m  
Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500, a=2.50 cm

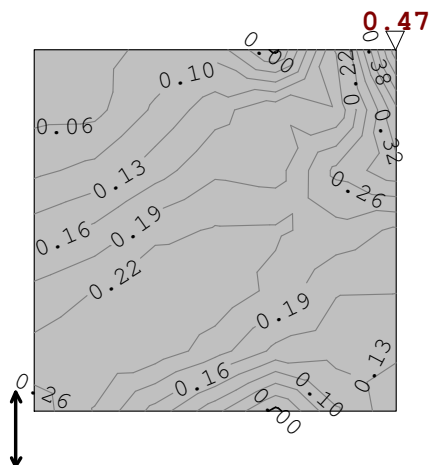


Pogled: Krak 1  
Aa - g.zona - Pravac 2 - max Aa2,g= -0.20 cm<sup>2</sup>/m



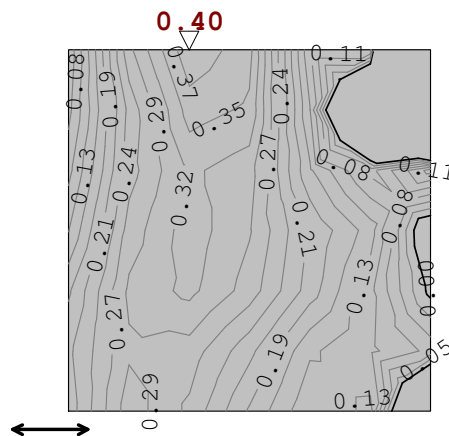
Pogled: Krak 1  
Aa - g.zona - Pravac 1 - max Aa1,g= -0.44 cm<sup>2</sup>/m

Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500, a=2.50 cm

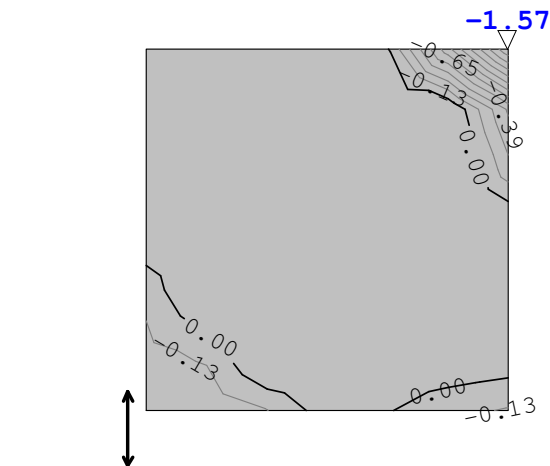


Nivo: [1.30 m]  
Aa - d.zona - Pravac 2 - max Aa2,d= 0.47 cm<sup>2</sup>/m  
Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500, a=2.50 cm

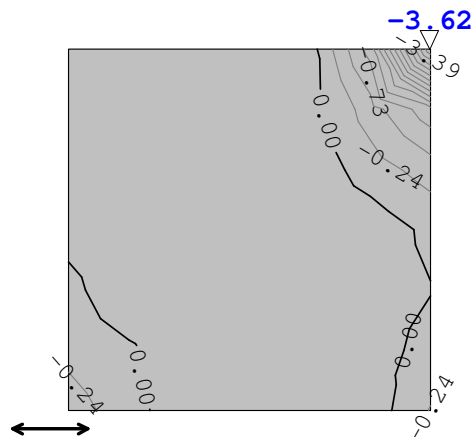
Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500, a=2.50 cm



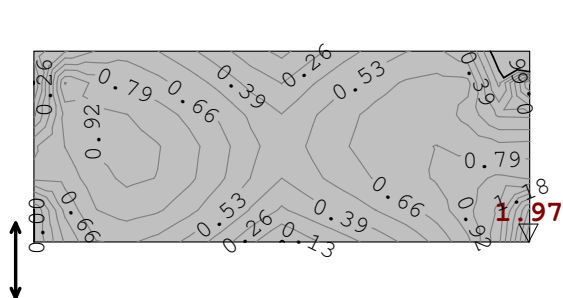
Nivo: [1.30 m]  
Aa - d.zona - Pravac 1 - max Aa1,d= 0.40 cm<sup>2</sup>/m  
Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500, a=2.50 cm



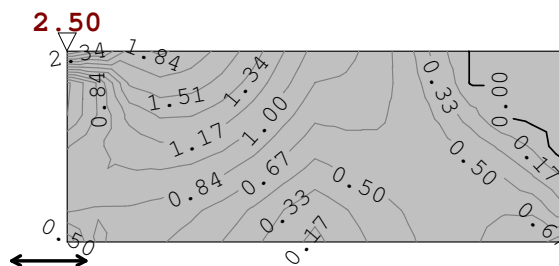
Nivo: [1.30 m]  
Aa - g.zona - Pravac 2 - max Aa2,g= -1.57 cm<sup>2</sup>/m  
Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500, a=2.50 cm



Nivo: [1.30 m]  
Aa - g.zona - Pravac 1 - max Aa1,g= -3.62 cm<sup>2</sup>/m  
Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500, a=2.50 cm



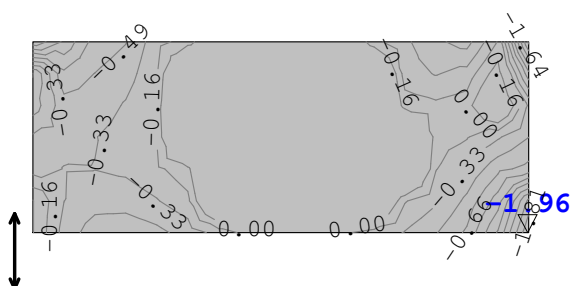
Pogled: Krak 2  
Aa - d.zona - Pravac 2 - max Aa2,d= 1.97 cm<sup>2</sup>/m



Pogled: Krak 2  
Aa - d.zona - Pravac 1 - max Aa1,d= 2.50 cm<sup>2</sup>/m

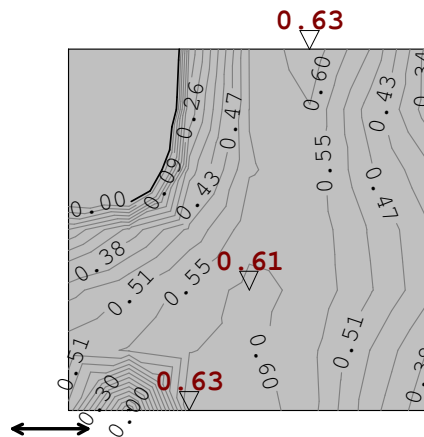
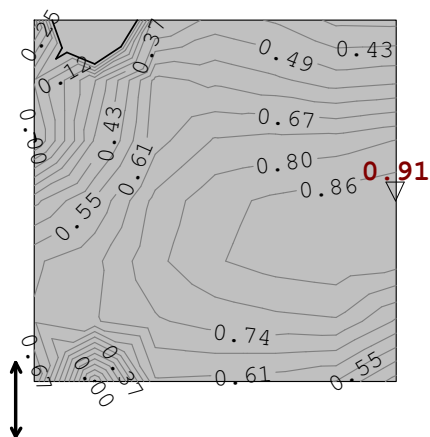
Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500, a=2.50 cm

Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500, a=2.50 cm



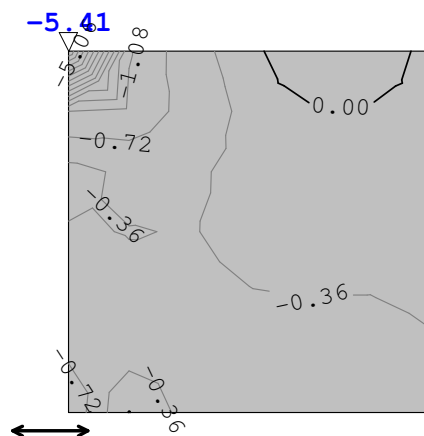
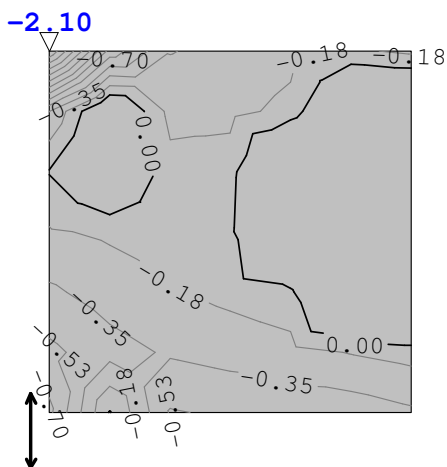
Pogled: Krak 2  
Aa - g.zona - Pramac 2 - max Aa2,g= -1.96 cm<sup>2</sup>/m  
Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500, a=2.50 cm

Pogled: Krak 2  
Aa - g.zona - Pramac 1 - max Aa1,g= -5.80 cm<sup>2</sup>/m  
Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500, a=2.50 cm



Nivo: [3.10 m]  
Aa - d.zona - Pramac 2 - max Aa2,d= 0.91 cm<sup>2</sup>/m  
Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500, a=2.50 cm

Nivo: [3.10 m]  
Aa - d.zona - Pramac 1 - max Aa1,d= 0.63 cm<sup>2</sup>/m  
Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500, a=2.50 cm

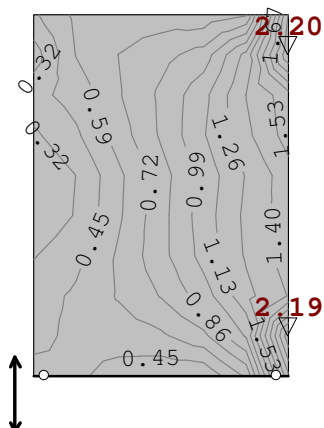


Nivo: [3.10 m]  
Aa - g.zona - Pramac 2 - max Aa2,g= -2.10 cm<sup>2</sup>/m

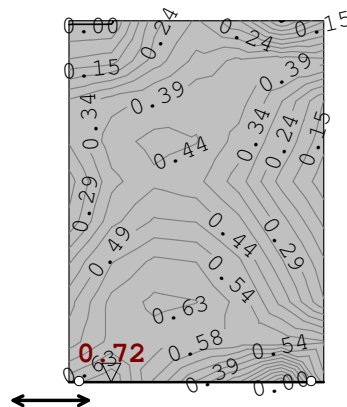
Nivo: [3.10 m]  
Aa - g.zona - Pramac 1 - max Aa1,g= -5.41 cm<sup>2</sup>/m

Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500, a=2.50 cm

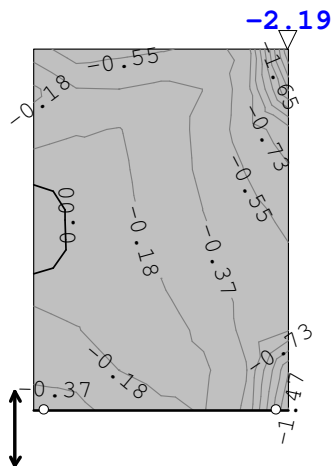
Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500, a=2.50 cm



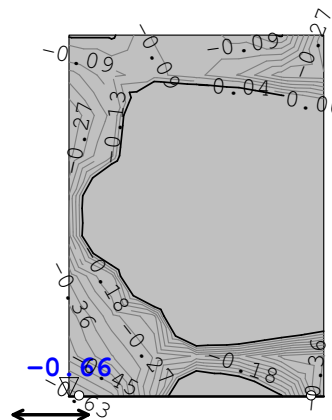
Pogled: Krak 3  
Aa - d.zona - Pravac 2 - max Aa2,d= 2.20 cm²/m  
Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500, a=2.50 cm



Pogled: Krak 3  
Aa - d.zona - Pravac 1 - max Aa1,d= 0.72 cm²/m  
Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500, a=2.50 cm



Pogled: Krak 3  
Aa - g.zona - Pravac 2 - max Aa2,g= -2.19 cm²/m



Pogled: Krak 3  
Aa - g.zona - Pravac 1 - max Aa1,g= -0.66 cm²/m

Odabrana armatura mora biti veća od minimalne:

$$1) A_{s1,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 100 \cdot 9 = 1,17 \text{ cm}^2 / m$$

$$2) A_{s1,min} = 0,26 \cdot b \cdot d \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) = 0,26 \cdot 100 \cdot 9 \cdot (2,6 / 500) = 1,22 \text{ cm}^2 / m$$

Manja od maksimalne:

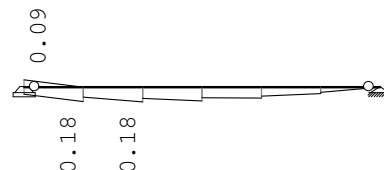
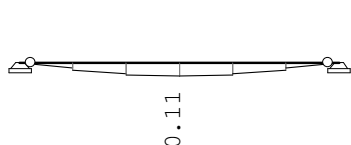
$$1) A_{s1,max} = 0,040 \cdot A_c = 0,040 \cdot 100 \cdot 14 = 56 \text{ cm}^2 / m$$

$$2) A_{s1,max} = 0,022 \cdot A_c = 0,022 \cdot 100 \cdot 14 = 30,8 \text{ cm}^2 / m$$

$$3) A_{s1,max} = \omega_{lim} \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,365 \cdot 100 \cdot 9 \cdot \frac{16,7}{434,78} = 12,62 \text{ cm}^2 / m$$

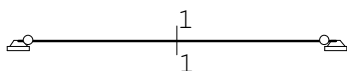
Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500

Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500



Okvir: H\_2  
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1 = 0.11 cm<sup>2</sup>  
Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500

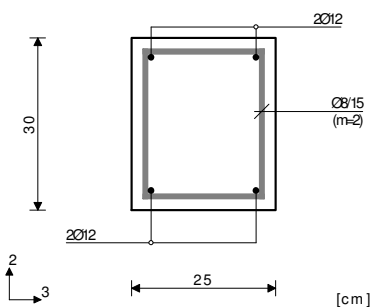
Okvir: H\_1  
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1 = 0.09 / 0.18 cm<sup>2</sup>



Okvir: H\_2  
Armatura u gredama: max Aa3/Aa4 = 0.00 cm<sup>2</sup>

**Greda 2-41**  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)  
C 25 (γC = 1.50, γS = 1.15) [SP]  
B500  
Dimenzioniranje jednog slučaja  
opterećenja: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII

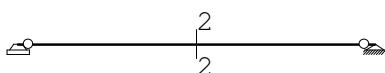
Presjek 1-1 x = 0.62m



N1ed = 0.69 kN  
V2ed = 0.33 kN  
V3ed = 0.22 kN  
M3ed = 1.24 kNm

Vrd,max,2 = 273.38 kN  
Vrd,max,3 = 273.38 kN  
εb/εa = -0.462/25.000 ‰  
As1 = 0.12 cm<sup>2</sup>  
As2 = 0.00 cm<sup>2</sup>  
As3 = 0.00 cm<sup>2</sup>  
As4 = 0.00 cm<sup>2</sup>  
Asw = 0.00 cm<sup>2</sup>/m (m=2)  
[Odabrano Asw = Ø8/15(m=2) = 3.35 cm<sup>2</sup>/m]  
Postotak armiranja: 0.60%

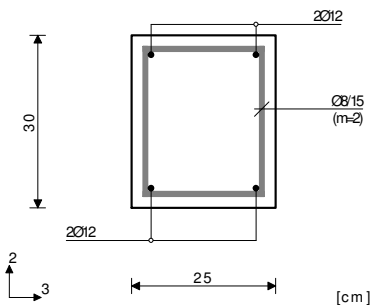
Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B500



Okvir: H\_1  
Armatura u gredama: max Aa3/Aa4 = 0.00 cm<sup>2</sup>

**Greda 362-512**  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)  
C 25 (γC = 1.50, γS = 1.15) [SP]  
B500  
Dimenzioniranje jednog slučaja  
opterećenja: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII

Presjek 2-2 x = 0.63m



N1ed = -0.31 kN  
V2ed = -1.43 kN  
V3ed = -0.91 kN  
M3ed = 1.99 kNm

Vrd,max,2 = 273.38 kN  
Vrd,max,3 = 273.38 kN  
εb/εa = -0.621/25.000 ‰  
As1 = 0.17 cm<sup>2</sup>  
As2 = 0.00 cm<sup>2</sup>  
As3 = 0.00 cm<sup>2</sup>  
As4 = 0.00 cm<sup>2</sup>  
Asw = 0.00 cm<sup>2</sup>/m (m=2)  
[Odabrano Asw = Ø8/15(m=2) = 3.35 cm<sup>2</sup>/m]  
Postotak armiranja: 0.60%

Odabrana armatura mora biti veća od minimalne:

$$1) A_{s1,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 25 \cdot 25 = 0,81 \text{ cm}^2 / m$$

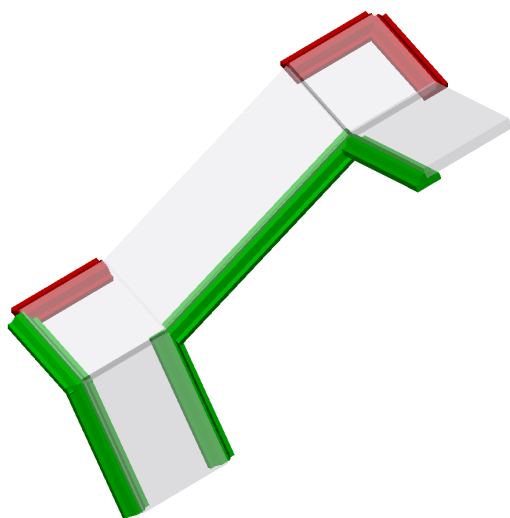
$$2) A_{s1,min} = 0,26 \cdot b \cdot d \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) = 0,26 \cdot 25 \cdot 25 \cdot (2,6 / 500) = 0,85 \text{ cm}^2 / m$$

Manja od maksimalne:

$$1) A_{s1,max} = 0,040 \cdot A_c = 0,040 \cdot 25 \cdot 30 = 30 \text{ cm}^2 / m$$

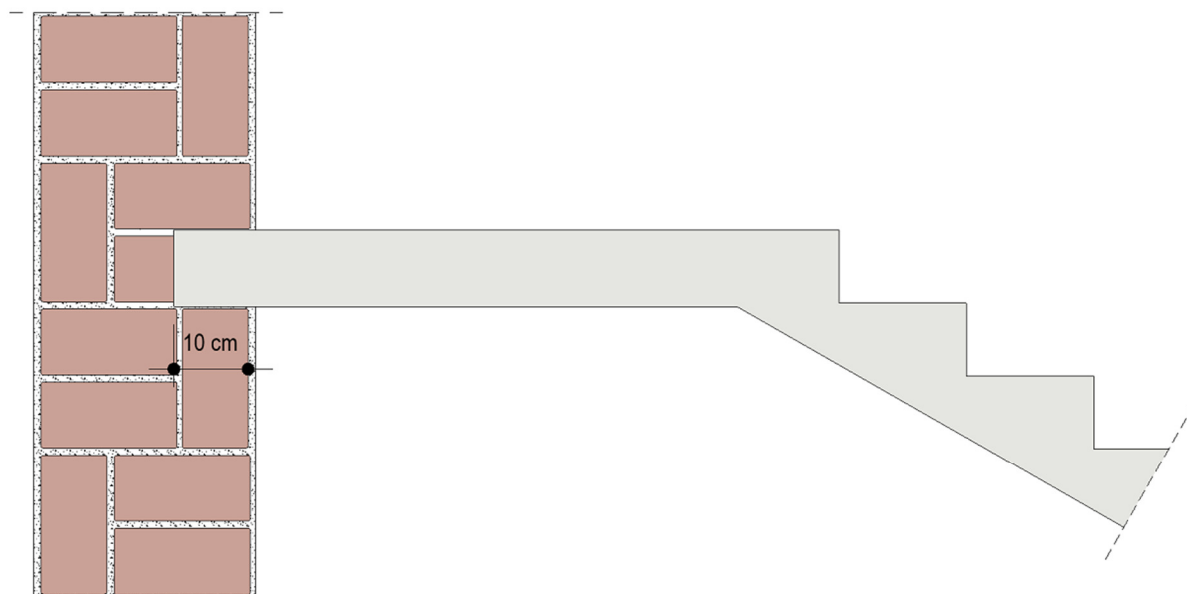
$$2) A_{s1,max} = 0,022 \cdot A_c = 0,022 \cdot 25 \cdot 30 = 16,5 \text{ cm}^2 / m$$

$$3) A_{s1,max} = \omega_{lim} \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,365 \cdot 25 \cdot 30 \cdot \frac{16,7}{434,78} = 9,14 \text{ cm}^2 / m$$



Izometrija

Na dijelovima označenim zelenom bojom stubište se oslanja na novi armiranobetonski zid s južne strane te na nove zidove armiranobetonske jezgre. Za povezivanje stubišta i armiranobetonskih zidova u zidove je potrebno postaviti Comax elemente s armaturnim šipkama  $\phi 8/15$  cm. Na dijelovima označenim crvenom bojom stubište se oslanja na postojeće zidano ziđe. Detalj oslanjanja stubišta na postojeće ziđe prikazan je u nastavku.



<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

## 4.5 Prikaz mjera zaštite od požara

### 4.5.1 Podskupina prema zahtjevnosti zaštite od požara (ZPS)

Zgrade podskupine 5 (ZPS 5) su zgrade s kotom poda najviše etaže za boravak ljudi do 22,00 metra mjereno od kote vanjskog terena s kojeg je moguća intervencija vatrogasaca, odnosno evakuacija ugroženih osoba, a koje nisu razvrstane u podskupine ZPS 1, ZPS 2, ZPS 3 i ZPS 4, kao i zgrade koje se pretežno sastoje od podzemnih etaža, zgrade u kojima borave nepokretne i osobe smanjene pokretljivosti te osobe koje se ne mogu samostalno evakuirati (bolnice, domovi za stare i nemoćne, psihijatrijske ustanove, jaslice, vrtići i slično) te zgrade u kojima borave osobe kojima je ograničeno kretanje iz sigurnosnih razloga (kaznene ustanove i slično), i/ili imaju pojedinačne prostore u kojima se može okupiti više od 300 osoba;

Sukladno TPGK - stavak 3 , članka 24a ( izmjena 75/20) obnovom građevinske konstrukcije zgrade u skladu s propisom ne smije se nepovoljno utjecati na ispunjavanje ostalih temeljnih zahtjeva u odnosu na razinu na kojoj su bili ispunjeni prije potresa. Stoga se ovim projektom samo obuhvaća popravak i pojačanja konstrukcijskih i/ili nekonstrukcijskih elemenata s razinom obnove koja je primjerena opasnosti područja, oštećenju zgrada i potresnom riziku zgrade, a vezano za potresnu oštećljivost zgrade i njezinu namjenu.

Tehničkim rješenjima sanacije prikazanim u ovom projektu ne umanjuju temeljni zahtjevi zaštite od požara.

#### 4.5.1.1 Ostali podatci koji utječu na ostvarivanje sustavne zaštite od požara građevine

Sustavna zaštita od požara građevine podrazumijeva tehničke, organizacijske i druge mjere i radnje nužne za otklanjanje opasnosti od nastanka požara u građevini.

U predmetnoj građevini su predviđene sljedeće protupožarne instalacije i sustavi značajni za ostvarivanje sustavne zaštite od požara:

- automatska instalacija vatrododaje – automatska detekcija i dojava požara,
- dizalo s evakuacijskim programom,
- protupanična i sigurnosna rasvjeta,
- protupožarni elementi pasivni i aktivni za zatvaranje otvora na granicama požarnih sektora,
- oblaganje svih drvenih elemenata (drveni grednici u stropovima i drveno krovište) u dvostruku protupožarnu gipskartonsku oblogu,
- panik okov na izlaznim putovima,
- vatrogasni aparati,
- gromobranska instalacija i zaštitno uzemljenje



<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

#### 4.5.2 Zahtjevana otpornost na požar građevinskih konstrukcija

Otpornost na požar nosivih i/ili nenosivih konstrukcija (zid, strop, stup, greda i drugo) je sposobnost konstrukcije ili njenog dijela da kroz određeno vrijeme ispunjava zahtijevanu nosivost (R) i/ili toplinsku izolaciju (I) i/ili cjelovitost (E), i/ili mehaničko djelovanje (M), u uvjetima djelovanja predviđenog požara (standardnog ili projektiranog). Minimalna požarna otpornost nosivih i pregradnih elemenata za projektiranu građevinu određena je prema članku 5. Pravilnika o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13, 87/15) i uz članak vezane Tablice 1.

**Tablica 1. Zahtjevi za otpornost na požar konstrukcija i elemenata zgrada**

	Klasa građevine (ZPS)	ZPS1	ZPS2	ZPS3	ZPS4	ZPS5	Visoke zgrade
<b>1</b>	<b>Nosivi dijelovi (osim stropova i zidova na granici požarnog odjeljka)</b>						
1.1	zadnji kat ili podkrovlje	BEZ ZAHTJEVA	R 30	R 30	R 30	R 60	PREMA POSEBNOM PROPISU
1.2	suteren, prizemlje i katovi	R 30	R 30	R 60	R 60	R 90	
1.3	podrumske (podzemne etaže)	R 60	R 60	R 90	R 90	R 90	
<b>2</b>	<b>Pregradni zidovi</b>						
2.1	zadnji kat ili podkrovlje	NIJE PRIMJENJIVO	EI 30	EI 30	EI 60	EI 60	PREMA POSEBNOM PROPISU
2.2	suteren, prizemlje i katovi	NIJE PRIMJENJIVO	EI 30	EI 60	EI 60	EI 90	
2.3	podrumske (podzemne etaže)	NIJE PRIMJENJIVO	EI 60	EI 90	EI 90	EI 90	
<b>3</b>	<b>Zidovi i stropovi na granici požarnog odjeljka (REI nosivi zidovi, EI pregradni zidovi)</b>						
3.1	zidovi na granici požarnog odjeljka ili na granici parcele	REI 60 EI 60	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	PREMA POSEBNOM PROPISU
3.2	ostali zidovi i stropovi na granici požarnog odjeljka	NIJE PRIMJENJIVO	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	
<b>4</b>	<b>Stropovi i kosi krovovi s nagibom ne većim od 60 stupnjeva prema horizontali</b>						
4.1	Stropovi iznad zadnjeg kata	BEZ ZAHTJEVA	R 30	R 30	R 30	R 60	PREMA POSEBNOM PROPISU
4.2	Međustropovi iznad ostalih katova	BEZ ZAHTJEVA	REI 30	REI 60	REI 60	REI 90	
4.3	Stropovi između podrumskih (podzemnih etaža)	R 60	REI 60	REI 90	REI 90	REI 90	
<b>5</b>	<b>Balkonska ploča</b>	BEZ ZAHTJEVA	BEZ ZAHTJEVA	BEZ ZAHTJEVA	R 30 ili najmanje A2	R 30 i najmanje A2	PREMA POSEBNOM PROPISU

R – nosivost,  
RI – nosivost i toplinska izolacija,  
E- prostorna cjelovitost,  
EI- prostorna cjelovitost I toplinska izolacija,

Sve ostale elemente građevine treba izvesti u skladu s tablicama 4., 5., 6. i 7. Pravilnika o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara

<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

Temeljem čl. 5. t.8. iz Pravilnika o otpornosti na požar vrijedi da ako je ugrađen automatski sustav za dojavu požara u štichenom prostoru, kao i protupožarne obloge na svim kritičnim elementima konstrukcije i elementi građevine mogu biti za jedan stupanj manje otpornosti na požar od propisanih u Tablici 1. u Prilogu 1 Pravilnika, te se slijedom toga primjenjuju vrijednosti za otpornost označene u crvenoj boji u sklopu naredne tablice

**Tablica 1. Zahtjevi za otpornost na požar konstrukcija i elemenata zgrada**

Klasa (ZPS)	građevine	ZPS1	ZPS2	ZPS3	ZPS4	ZPS5	Visoke zgrade
<b>1</b>	<b>Nosivi dijelovi (osim stropova i zidova na granici požarnog odjeljka)</b>						
1.1	zadnji kat ili podkrovlje	BEZ ZAHTJEVA	R 30	R 30	R 30	R 60	PREMA POSEBNOM PROPISU
1.2	suteren, prizemlje i katovi	R 30	R 30	R 60	R 60	R 90	
1.3	podrumske (podzemne etaže)	R 60	R 60	R 90	R 60	R 90	
<b>2</b>	<b>Pregradni zidovi</b>						
2.1	zadnji kat ili podkrovlje	NIJE PRIMJENJIVO	EI 30	EI 30	EI 60	EI 60	PREMA POSEBNOM PROPISU
2.2	suteren, prizemlje i katovi	NIJE PRIMJENJIVO	EI 30	EI 60	EI 60	EI 90	
2.3	podrumske (podzemne etaže)	NIJE PRIMJENJIVO	EI 60	EI 90	EI 60	EI 90	
<b>3</b>	<b>Zidovi i stropovi na granici požarnog odjeljka (REI nosivi zidovi, EI pregradni zidovi)</b>						
3.1	zidovi na granici požarnog odjeljka ili na granici parcele	REI 60 EI 60	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	REI 60 EI 60	REI 90 EI 90	PREMA POSEBNOM PROPISU
3.2	ostali zidovi i stropovi na granici požarnog odjeljka	NIJE PRIMJENJIVO	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	REI 60 EI 60	REI 90 EI 90	
<b>4</b>	<b>Stropovi i kosi krovovi s nagibom ne većim od 60 stupnjeva prema horizontali</b>						
4.1	Stropovi iznad zadnjeg kata	BEZ ZAHTJEVA	R 30	R 30	R 30	R 60	PREMA POSEBNOM PROPISU
4.2	Međustropovi iznad ostalih katova	BEZ ZAHTJEVA	REI 30	REI 60	REI 60	REI 90	
4.3	Stropovi između podrumskih (podzemnih etaža)	R 60	REI 60	REI 90	REI 60	REI 90	
<b>5</b>	<b>Balkonska ploča</b>	BEZ ZAHTJEVA	BEZ ZAHTJEVA	BEZ ZAHTJEVA	R 30 ili najmanje A2	R 30 i najmanje A2	PREMA POSEBNOM PROPISU

**TABLICA 2. Otpornost na požar sigurnosnih stubišnih prostora**

	<b>Predmet</b>	<b>ZPS2(1)</b>	<b>ZPS3</b>	<b>ZPS4</b>	<b>ZPS5</b>
<b>1</b>	<b>Zidovi stubišta</b>				
1.1	suteren, prizemlje i katovi (2)	REI 30 EI30	REI 60 EI 60	REI 60(3) EI 60(3)	REI 90(3) EI 90(3)
1.1	podrumske (podzemne etaže)	REI 30 EI 30	REI 90 EI 90		
<b>2</b>	<b>Strop iznad stubišta(4)</b>	REI 30	REI 60 EI 60	REI 60(3) EI 60(3)	REI 90
<b>3</b>	<b>Vrata u zidovima stubištima bez zapornice</b>				
3.1	za stanove, poslovne prostore i druge prostore koji izravno vode na stubište	EI2 30	EI2 30-C	EI2 30-C-Sm	EI2 30-C-Sm s sustavom za automatsku dojavu požara ili s autonomnim dojavnim uređajem (7) i uređajem za odvodnju dima ili EI2 30-C sa sustavom mehaničke ventilacije
3.2	za hodnike koji vode na stubište u suterenu, prizemlju i katovima	BEZ ZAHTJEVA	E 30-C		
3.3	za hodnike i prostorije u podzemnim etažama koje izravno vode na stubište	EI2 30	EI2 30-C		
<b>4</b>	<b>Vrata u zidovima stubišta sa učinkovitom ventilacijom u predprostoru (zapornici)</b>				
4.1	od zapornice prema hodniku i stubištu	nije potrebno			E 60-C
4.2	od stambenih ili poslovnih jedinica, kao i drugih prostora prema zapornici	nije potrebno			EI2 60-C
<b>5</b>	<b>Krakovi i podesti stubišta</b>				
5.1	u stubištima bez predprostora	R 30	R 60	R 60 i najmanje A2	R 90
5.2	u stubištima sa zapornicom, u koju vode automatska samozatvarajuća vrata, E 30-C i / ili EI2 30-C, EI2 30-C-Sm	BEZ ZAHTJEVA	R 30 ili najmanje A2	R 30 i najmanje A2	R 60 i najmanje A2
6	Sustav za automatsku dojavu požara u stubištima, bez zapornice	nije potrebno			u stubištu, uključujući i opće dostupna područja kao što su hodnici i podrumske prostorije, sa minimalnom funkcijom alarma, osim kod

			stambenih zgrada s autonomnim dojavnim uređajem (7) samo u prostoru stubišta
7	Mehanička ventilacija u stubištima bez zapornice	nije potrebno	potrebno je uvesti neki od sustava za sprječavanje ulaska dima ili njegovo razrjeđivanje (8)
8	UREĐAJ ZA ODVODNJU DIMA (5,6)		
8.1	Lokacija	na vrhu stubišta	
8.2	Veličina	područje slobodnog presjeka od 1,00 m <sup>2</sup>	
8.3	uređaji za otvaranje	Na posljednjem podestu i prizemlju odnosno katu na koji mogu pristupiti vatrogasci. Otvaranje mora biti neovisno o općem napajanju električnom energijom. Da bi se osigurao prirodni uzgon odvođenja dima iz stubišta nužno je osigurati dovod vanjskog zraka i to kanalom ili prozorom dovoljnog poprečnog presjeka sa stalnim otvorom ili vratima povezanim sa vanjskim prostorom opremljena uređajem za fiksiranje u stalno otvorenom položaju. Otvori za dovod vanjskog zraka moraju se nalaziti ispod jedne polovice srednje konstrukcijske visine stubišta.	Pokretanje preko sustava za automatsku dojavu požara ili pokretanje preko autonomnog dojavnog uređaja (7) i dodatna opcija- ručno otvaranje na posljednjem podestu i prizemlju odnosno katu na koji mogu pristupiti vatrogasci. Otvaranje mora biti neovisno o općem napajanju električnom energijom.
9	VANJSKO STUBIŠTE	najmanje A2 uz uvjet da je stubište zaštićeno od prodora vatre i dima preko otvora na pročelju i/ili pročelja bez potrebne otpornosti na požar.	

**NAPOMENE:**

- (1) Ne vrijedi za zgrade sa ne više od 2 stana. do uključivo 3 stana.
- (2) Zahtjevi za otpornost na požar nisu potrebni kod vanjskih zidova stubišta izvedenih od građevnih proizvoda koji se razvrstavaju prema reakciji na požar u najmanje A2 i koji u slučaju požara ne mogu biti ugroženi susjednim dijelovima građevine spojenim na te vanjske zidove.
- (3) Građevinski elementi moraju unutar stubišta biti izvedeni od građevnih proizvoda koji se razvrstavaju prema reakciji na požar u najmanje u A2.
- (4) Od zahtjeva se može odstupiti ako se prijenos požara sa susjednih elemenata građevine na stubište može spriječiti odgovarajućim mjerama.
- (5) Sustav za odvodnju dima nije potreban ukoliko je predviđen sustav nadtlaka.
- (6) Kod građevina klase ZPS2 nije potreban sustav za odvodnju dima ukoliko na svakom katu postoje prozori koji vode neposredno prema otvorenom vanjskom prostoru sa slobodnim presjekom od po 0,50 m<sup>2</sup> koji se bez dodatnih pomagala mogu otvoriti iz stojećeg položaja.
- (7) Autonomni dojavni uređaj koristi se u sigurnosnom stubištu kod zgrada u kojima nije predviđen stabilni sustav za automatsku dojavu požara, a sastoji se od centrale, rezervnog izvora napajanja, javljača dima u najvišem dijelu stubišta, te tipkala za ručno aktiviranje u najnižem i najvišem dijelu stubišta.
- (8) sustav za sprječavanje ulaska dima ili njegovo razrjeđivanje u stubištu bez zapornice nije potrebno osigurati za zgrade podskupine ZPS5 ako je projektiran uređaj za odvodnju dima u skladu s poglavljem 8 predmetne tablice.
- (9) Zahtjevi za stubišta kod visokih zgrada određeni su posebnim propisom.
- (10) Za ZPS1 nema zahtjeva.
- (11) Zahtjevi za otpornost na požar i propusnost dima ne odnose se na vrata hodnika koja ne izlaze izravno na stubište i nisu dio prostora koji je zaseban požarni odjeljak.

### 4.5.3 Dokazivanje otpornosti na požar građevinskih konstrukcija

#### 4.5.3.1 Proračun nove AB konstrukcije na požarno opterećenje

Propisana otpornost na požar postignuta je izborom materijala građevnih elemenata i konstrukcijom građevine. Nosiva konstrukcija zgrade (uključivo stubište kao evak.izlaz) je od arm.betona i djelom od zidane blok opeke i armirano-betonskih serklaža, AB stupova i greda, stropnih ploča, AB podesta i krakova stubišta, sa debljinom AB presjeka prema planu pozicija.

Primjenjeni propisi:

HRN EN 1991-2-2 (Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije – 2.2. dio: Djelovanja na konstrukcije izložene požaru)

HRN EN 1992-1-2:2004 (Projektiranje BETONSKIH KONSTRUKCIJA – 1-2: Opći dio – Proračun konstrukcija na požarno djelovanje)

Minimalne dimenzije poprečnih presjeka ploča, nosivih i pregradnih zidova, greda i stupova, uključujući i vrijednosti zaštitnog sloja betona, koje osiguravaju dovoljnu otpornost na proračunski požar date su u priloženim tabelama.

#### GREDE

Grede su izložene požaru s tri strane, njihova gornja strana zaštićena je elementima koji imaju izolacijsku ulogu za cijelo vrijeme požara.

Najmanje izmjere i osni razmaci za kontinuirane armirane i prednapete grede:

Normirana požarna otpornost	Najmanje izmjere (mm)				
	Širina grede/osni razmak ( $b_{min}/a$ ), moguće kombinacije				Debljina hrpta, $b_w$
1	2	3	4	5	6
R30	80/15*	160/12*			80
R60	120/25	200/12			100
<b>R90</b>	<b>150/35</b>	<b>250/25</b>			<b>110</b>
R120	200/45	300/35	450/35	500/30	130
R180	240/60	400/50	550/50	600/40	150
R240	280/75	500/60	650/60	700/50	170

\*obično će biti mjerodavan zaštitni sloj prema normi HRN EN 1992-1-1

Za **REI 90**, minimalna širina grede  $b_{min} = 15\text{cm}$ , dok je minimalni razmak bočnih i donje strane grede do osi prve šipke  $a_{min} = 3,5\text{cm}$ .

#### PREGRADNI ZIDOVI

Razdjelna funkcija zidova je zadovoljena kada se koriste vrijednosti najmanjih debljina pregradnih zidova iz donje tablice:

Standardna požarna otpornost [min]	Najmanja debljina zida [mm]
EI 30	60
<b>EI 60</b>	<b>80</b>
<b>EI 90</b>	<b>100</b>
EI 120	120
EI 180	150
EI 240	175

Za **REI 90**, minimalna debljina pregradnih zidova iznosi **10,0cm**.

<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

Za **REI 60**, minimalna debljina pregradnih zidova iznosi **8,0cm**.

### NOSIVI ZIDOVI

Požarna otpornost armiranobetonskih nosivih zidova zadovoljavajuća je uz minimalne dimenzije prema donjoj tablici. Stupanj iskorištenosti u požarnoj situaciji određuje se kao omjer proračunske uzdužne sile u požarnoj situaciji i proračunske otpornosti pri uvjetima normalne temperature:  $\mu_{fi} = N_{Edfi}/N_{Rd}$ .

Standardna požarna otpornost	Najmanje izmjere [mm] debljina zida/osni razmak, $b_{min}/a$			
	$\mu_{fi} = 0,35$		$\mu_{fi} = 0,7$	
	Izložen s jedne strane	Izložen s dvije strane	Izložen s jedne strane	Izložen s dvije strane
1	2	3	4	5
REI 30	100/10*	120/10*	120/10*	120/10*
<b>REI 60</b>	<b>110/10*</b>	<b>120/10*</b>	<b>130/10*</b>	<b>140/10*</b>
<b>REI 90</b>	<b>120/20*</b>	<b>140/10*</b>	<b>140/25</b>	<b>170/25</b>
REI 120	150/25	160/25	160/35	220/35
REI 180	180/45	200/45	210/50	270/55
REI 240	230/55	250/55	270/60	350/60
*obično će biti mjerodavan zaštitni sloj EN 1992-1-1				

Norma također dopušta primjenu najveće vrijednosti razine opterećenja za slučaj požara, odnosno može se usvojiti  $\mu_{fi} = 0,7$ .

Za **REI 90**, minimalna debljina nosivog zida iznosi  **$b_{min} = 14\text{cm}$**  za zid izložen požaru s jedne strane (vanjski zid), odnosno  **$b_{min} = 17\text{cm}$**  za zid izložen požaru s dvije strane (unutarnji zid). Očna udaljenost armature iznosi **2.5 cm**.

Za **REI 60**, minimalna debljina nosivog zida iznosi  **$b_{min} = 13\text{cm}$**  za zid izložen požaru s jedne strane (vanjski zid), odnosno  **$b_{min} = 14\text{ cm}$**  za zid izložen požaru s dvije strane (unutarnji zid). Očna udaljenost armature iznosi **1,0 cm**.

### PLOČE

Požarna otpornost armiranobetonskih ploča zadovoljavajuća je uz minimalne dimenzije prema donjoj tablici. Za kontinuirane AB ploče nosive u jednom ili dva smjera mogu se koristiti podaci iz iste tablice iz kolona 2 i 4.

Standardna požarna otpornost	Minimalne izmjere [mm]			
	Debljina ploče, $h_s$ [mm]	ploča nosi u jednom smjeru	Očna udaljenost $a$ [mm]	
			ploča nosi u dva smjera	
1	2	3	$l_y/l_x \leq 1,5$	$1,5 < l_y/l_x \leq 2$
REI 30	60	10*	10*	10*
<b>REI 60</b>	<b>80</b>	<b>20</b>	<b>10*</b>	<b>15*</b>
<b>REI 90</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>15*</b>	<b>20</b>
REI 120	120	40	20	25
REI 180	150	55	30	40
REI 240	175	65	40	50
$l_x$ i $l_y$ su rasponi ploče nosive u dva okomita smjera gdje je $l_y$ dulji raspon Očna udaljenost $a$ u kolonama 4 i 5 za ploče nosive u dva smjera odnosi se na ploče oslonjene na sve četiri strane. U protivnom se ploče moraju tretirati kao nosive u jednom smjeru. *obično će biti mjerodavan zaštitni sloj EN 1992-1-1				

Za **REI 90**, minimalne dimenzije ploče, za odnos  $l_y/l_x \leq 1,5$ ,  $h_s = 10\text{ cm}$  dok je minimalna osna udaljenost jednaka **1,50 cm**, dok je za odnos  $l_y/l_x \leq 2$ ,  $h_s = 10\text{ cm}$ , a minimalna osna udaljenost armature **2,0 cm**.

<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

Za **REI 60**, minimalne dimenzije ploče, za odnos  $l_y/l_x \leq 1,5$ ,  $h_s = 8 \text{ cm}$  dok je minimalna osna udaljenost jednaka **1,0 cm**, dok je za odnos  $l_y/l_x \leq 2$ ,  $h_s = 8 \text{ cm}$ , a minimalna osna udaljenost armature **1,5 cm**.

### STUPOVI

Požarna otpornost armiranobetonskih stupova zadovoljavajuća je uz minimalne dimenzije prema donjoj tablici. Stupanj iskorištenosti u požarnoj situaciji određuje se kao omjer proračunske uzdužne sile u požarnoj situaciji i proračunske otpornosti pri uvjetima normalne temperature:  $\mu_{fi} = N_{Edfi}/N_{Rd}$ . Norma također dopušta primjenu najveće vrijednosti razine opterećenja za slučaj požara, odnosno može se usvojiti  $\mu_{fi} = 0,7$ .

Standardna požarna otpornost	Najmanje izmjere [mm] širina stupa/osni razmak, $b_{min}/a$			
	Stup izložen požaru na više od jedne strane		Izložen na jednoj strani	
	$\mu_{fi} = 0,2$	$\mu_{fi} = 0,5$	$\mu_{fi} = 0,7$	$\mu_{fi} = 0,7$
R 30	200/25	200/25	200/32; 300/27	155/25
<b>R 60</b>	<b>200/25</b>	<b>200/36; 300/31</b>	<b>250/46; 350/40</b>	<b>155/25</b>
<b>R 90</b>	<b>200/31; 300/25</b>	<b>300/45; 400/38</b>	<b>350/53; 450/40</b>	<b>155/25</b>
R 120	350/40; 350/35	350/45*; 450/40*	350/57*; 450/51	175/35
R 180	350/45	350/63	450/70*	230/55
R 240	350/61*	450/75*		295/70
*Minimalno 8 šipki				

Za **REI 90**, stupovi izloženi požaru s jedne, trebaju imati minimalnu širinu stupa,  $b_{min} = 15.5 \text{ cm}$  uz osni razmak **2,5cm**.

Za **REI 60**, stupovi izloženi požaru s jedne, trebaju imati minimalnu širinu stupa,  $b_{min} = 15.5 \text{ cm}$  uz osni razmak **2,5cm**.

<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

#### **4.5.3.2 Proračun nove drvene konstrukcije na požarno opterećenje**

Proračun nove drvene konstrukcije krovišta na požarno opterećenje je prikazan u poglavlju 4.1. Proračun krovišta.

#### **4.5.3.3 Proračun nove čelične konstrukcije na požarno opterećenje**

Proračun novih čeličnih nosača na požarno opterećenje dokazano je u poglavlju proračuna konstrukcije krovišta u poglavlju 4.1.

#### **4.5.3.4 Proračun ostatka konstrukcije na požarno opterećenje**

Prikaz mjera zaštite od požara ostatka nove konstrukcije prikazan je u MAPI 2.

Sukladno TPGK - stavak 3 , članka 24a ( izmjena 75/20) obnovom građevinske konstrukcije zgrade u skladu s propisom ne smije se nepovoljno utjecati na ispunjavanje ostalih temeljnih zahtjeva u odnosu na razinu na kojoj su bili ispunjeni prije potresa. Stoga se ovim projektom samo obuhvaća popravak i pojačanja konstrukcijskih i/ili nekonstrukcijskih elemenata s razinom obnove koja je primjerena opasnosti područja, oštećenju zgrada i potresnom riziku zgrade, a vezano za potresnu oštetljivost zgrade i njezinu namjenu.

Tehničkim rješenjima sanacije prikazanim u ovom projektu ne umanjuju temeljni zahtjevi zaštite od požara.



#### 4.6 Zaključak i ocjena potresne otpornosti zgrade

S obzirom da je zgrada dio donjogradske zaštićene cjeline grada Zagreba - nepokretna kulturna dobra u sustavu zaštite A te nije pojedinačno šticeana, primaran cilj Projekta obnove je uklanjanje glavnih konceptualnih nedostataka građevine interdisciplinarnim pristupom kojim se čuva kulturna baština, a ujedno i pojačava građevina koristeći danas dostupne materijale koji su skladni s ugrađenim materijalima. S obzirom na to da je cilj očuvati građevinu za buduće generacije, predviđeni zahvati su reverzibilni te se mogu zamijeniti novim rješenjima ako tijekom vremena dođe do novih spoznaja ili materijala vezanih uz obnove povijesnih zgrada.

Prilikom proračuna zgrade Državne revizije u Zagrebu u Tkalčićevoj 19 uzete su u obzir stvarne karakteristike materijala, intervencije na građevini kroz povijest te međudjelovanje arhitektonskih dijelova građevine. Proračun građevine proveden je različitim metodama (ručni proračuni, metoda konačnih elemenata, nelinearne metode) za umanjeno potresno djelovanje od onog propisanog za nove zgrade.

Uzrok tome jest da se građevina obnovi nakon posljednjeg potresa te pojača do razine koja se ekonomski može podnijeti te da se izvedu konstrukcijski zahvati koji su prihvatljivi za građevinu koja se nalazi unutar zaštićene cjeline Grada Zagreba.

Prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN75/2020, 7/22), zgrada Državne revizije spada pod Razinu 3 obnove - cjelovitu obnovu. Zbog javne namjene građevine, projektira se na uporabni vijek od 50 godina.

Konzervatorskim smjernicama je dopušteno intervenirati na zidovima svih etaža, što je iznimno pogodno za rekonstrukciju i dosezanje visoke razine otpornosti postojeće građevine. Proračunom je dokazano da gotovo svi zidovi zadovoljavaju zahtjeve otpornosti razine 3 te oni koji ne zadovoljavaju su unutar 25% preraspodjele što je dopušteno važećom regulativom EN 1998.

U međudjelovanju postojećih ojačanih zidova s krutim novim AB jezgrama dizala i stubišta, kao i poprečnim zidovima, smatram da predmetna građevina globalno ima dostatnu razinu otpornosti razine 3. Za ostvarivanje takvog ponašanja obavezno je i međusobno povezivanje postojeće konstrukcije s novom prikazano na grafičkim prikazima ojačanja zidova.

**Nakon svih izvedenih pojačanja opisanim u prethodnim poglavljima, zaključuje se da zgrada zadovoljava na očekivana potresna opterećenja te da su uklonjeni konceptualni nedostaci građevine.**

#### 4.7 Mogućnosti i uvjeti uporabe dijelova zgrade prije dovršetka obnove

S obzirom na nove potrese koji su u prosincu 2020. i siječnju 2021. zadesili Petrinjsko, a posljedično i Zagrebačko područje, cijela građevina je zatvorena za javnost zbog mogućnosti dodatnog urušavanja. Preporuka je izvoditi radove na cijeloj građevini istovremeno te istu držati zatvorenom za do završetka izvođenja radova.

#### 4.8 Posebni tehnički uvjeti obnove i gospodarenje otpadom

Projekt obnove zgrade Državne revizije, Tkalčićeva ulica 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR; k.č. br.: 1660, izrađen je u skladu sa Zakonom o prostornom uređenju (NN br. 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19), Zakonom o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19), Prostornim planom Grada Zagreba (usvojene izmjene i dopune 2017.) te sukladno Zakonu o obnovi zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije ("Narodne novine" broj 102/20, 10/21, 117/21), kao i posebnim uvjetima konzervatora

Otpad (građevni i komunalni) zbrinjavat će se sukladno Zakonu o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/17, 14/19, 98/19), Pravilniku o gospodarenju otpadom (NN 81/20), te Pravilniku o gospodarenju građevnim otpadom (NN br. 38/08).

Tijekom gradnje izvodit će se građevinski i obrtnički radovi. Radove izvoditi sukladno projektnoj dokumentaciji, tehničkim podacima proizvođača građevnih i drugih proizvoda, te propisanim uvjetima i zahtjevima koji moraju biti ispunjeni pri izvođenju radova. Sve pojedine vrste otpada nastale tijekom građenja predat će se ovlaštenom

<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

sakupljaču tih vrsta otpada. Materijal potreban za radove deponirat će se u krugu gradilišta - unutar ograde (eventualno unutar zgrade), kako bi okolne kolne, pješačke i zelene površine bile slobodne i sigurne. Tijekom izvođenja radova otpadni i građevni materijal se ne smiju odlagati i/ili deponirati izvan građevne čestice, niti na bilo koji način ugrožavati korisnike ili prolaznike. Po dovršetku radova okoliš će se očistiti od ostataka deponije materijala.

Prilikom pripreme za gradnju i tijekom gradnje potrebno je prikupiti sve nastale količine otpada odvojeno, ovisno o vrsti otpada i njegovim svojstvima. Organizirati pravovremeni odvoz otpada, te ga zbrinuti sukladno Zakonu o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/17, 14/19, 98/19) i podzakonskim propisima, te isto planirati u troškovniku.

Predmetni dio parcele će se građevinski u potpunosti urediti. Paralelno sa završetkom svih radova potrebno je izvesti uređenje okoliša, što obuhvaća okolne pješačke i kolne površine. Prilikom izvođenja radova u fazama potrebno je održavati gradilište urednim i čistim kod svake faze, odnosno sve nastale vrste otpada predati ovlaštenom sakupljaču. Također, kod deponiranja građevnog materijala u fazama izvođenja radova potrebno je paziti na sigurnost radnika i korisnika, kao i prolaznika / susjeda. Svaka faza mora se dovršiti do razine u kojoj je osigurana sigurnost u korištenju i svi ostali zahtjevi za građevinu.

Na području obuhvata projekta obnove ne dolazi do nepovoljnog utjecaja na okoliš. U prostorima građevine ne dolazi do stvaranja štetnog otpada (otrovne tvari, kiseline, ulja, plinovi i/ili sl.), već se stvara manja količina uobičajenog komunalnog otpada, uglavnom organskog porijekla, koji je najčešće ambalaža u koju je upakirana roba (papir, karton, polietilen i sl.). Budući se radi o izgradnji na građevnoj čestici postojeće zgrade, ne mijenja se dosadašnji sustav gospodarenja otpadom, usklađen s važećim zakonima i pravilnicima. Ovlašteni sakupljač cjelokupni otpad periodički odvozi u centre za gospodarenje otpadom radi daljnje prerade, reciklaže i zbrinjavanja.

<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

## 4.9 Program kontrole i osiguranja kvalitete

### 4.9.1 Opći podaci i definicije

### 4.9.2 Primjena općih tehničkih uvjeta

Ovi tehnički uvjeti i program kontrole kvaliteta (u daljnjem tekstu Tehnički uvjeti) sadrže tehničke uvjete izvođenja radova, tehnologiju izvođenja, način ocjenjivanja kvalitete. Tehnički uvjeti vrijede za radove na konstrukciji i za radove koji se naknadno odrede na gradilištu, a koji su neophodni za potpuno dovršenje predmetne građevine. Primjena ovih Tehničkih uvjeta je obavezna. Ovi tehnički uvjeti izrađeni su sukladno Zakonu o gradnji (NN br.153/13, 20/17, 39/19, 125/19)

Svi sudionici u građenju (investitor, izvođač i dr.) dužni su se pridržavati odredbi navedenog zakona.

#### 4.9.2.1 Investitor je dužan:

- Projektiranje, građenje i nadzor povjeriti osobama ovlaštenim za obavljanje tih djelatnosti
- Prije gradnje ishoditi građevinsku dozvolu
- Osigurati stručni nadzor nad građenjem
- Po završetku gradnje poduzeti potrebne radnje za obavljanje tehničkog pregleda i ishođenje uporabne dozvole
- Pridržavati se ostalih obveza po navedenom zakonu

#### 4.9.2.2 Izvođač je dužan:

- Graditi u skladu s građevnom dozvolom, i drugim dokumentima koji su njoj prethodili – posebnim suglasnostima za gradnju, projektima na osnovi kojih je izdana građevna dozvola
- Radove izvoditi na način da zadovolje svojstva u smislu pouzdanosti, mehaničke otpornosti i stabilnosti, sigurnosti za slučaj požara, zaštite zdravlja ljudi, zaštite korisnika od povreda, zaštite od buke i vibracija, toplinske zaštite i uštede energije, zaštite od korozije, te ostala funkcionalna i zaštitna svojstva.
- Ugrađivati materijale, opremu i proizvode predviđene projektom, provjerene u praksi, a čija je kvaliteta dokazana certifikatima sukladno propisima i normama.
- Osigurati dokaze o kvaliteti radova i ugrađenih proizvoda i opreme

#### 4.9.2.3 Dokumentacija

Da bi se osigurao ispravan tok i kvaliteta građenja, Izvođač mora na gradilištu posjedovati odgovarajuću dokumentaciju za građenje i pridržavati se nje kako slijedi:

- Građevinsku dozvolu i dokumentaciju koja je njoj prethodila (suglasnosti)
- Uredno vođen građevinski dnevnik i građevinsku knjigu
- Rješenja o imenovanju odgovornih osoba
- Elaborat o organizaciji gradilišta sa mjerama zaštite na radu i zaštite od požara.
- Zapisnik o iskolčenju objekta i način osiguranja stalnih točaka iskolčenja
- Dokumentaciju o kvaliteti radova i ugrađenog materijala i opreme (atesti, uvjerenja certifikati, jamstveni listovi i sl.) a naročito:
- Izvještaje o svim ispitivanjima koja su provedena po nalogu ispitivanju nadzornog inženjera ili bez njegovog naloga, a koja su potrebna radi dokazivanja kvalitete izvedenih radova i ugrađenih materijala.

#### 4.9.2.4 Kontrolna ispitivanja

O izvršenim kontrolnim ispitivanjima materijala koji se ugrađuje u građevinu mora se cijelo vrijeme građenja voditi evidencija te sačiniti izvješće o pogodnosti ugrađenih materijala sukladno projektu, ovom programu ili citiranim pravilnicima, normama i standardima.

Izvješće o pogodnosti ugrađenih materijala mora sadržavati sljedeće dijelove:

- Naziv materijala, laboratorijsku oznaku uzorka, količinu uzoraka, namjenu materijala, mjesto i vrijeme (datum) uzimanja uzorka te izvršenih ispitivanja, podatke o proizvođaču i investitoru, podatke o građevini za koju se uzimaju uzorci odnosno vrši ispitivanje.
- Prikaz svih rezultata, laboratorijskih, terenskih ispitivanja za koja se izdaje uvjerenje odnosno ocjena kvalitete.
- Ocjenu kvalitete i mišljenje o pogodnosti (uporabljivosti) materijala za primjenu na navedenoj građevini te rok do kojega vrijedi izvješće.

<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

Uzimanje uzoraka i rezultati laboratorijskih ispitivanja moraju se upisivati u laboratorijsku i gradilišnu dokumentaciju (građevinski dnevnik).

Uz dokumentaciju koja prati isporuku proizvoda ili poluproizvoda proizvođač je dužan priložiti rezultate tekućih ispitivanja koja se odnose na isporučene količine.

Za materijale koji podliježu obveznom atestiranju mora se izdati atestna dokumentacija sukladno propisima Sva izvješća, atesti i drugi dokazi kvalitete moraju se odmah po dobivanju dostaviti i nadzornom inženjeru.

Po završetku svih radova izvođač je obavezan izraditi elaborat izvedenog stanja građevine i katastra podzemnih instalacija.

#### 4.9.2.5 Standardi

Nabavku opreme i materijala izvoditelj mora usuglasiti s ovim specifikacijama i važećim standardima:

- HRN (i privremeno preuzet JUS).
- HRN EN (Hrvatske norme – preuzete europske norme)

Ukoliko neki radovi nisu obuhvaćeni ovim standardima, mjerodavni će biti:

- Međunarodne Organizacije za Standardizaciju ISO
- Njemačke Industrijske Organizacije DIN

#### 4.9.2.6 Zemljani radovi

Prije početka gradnje zemljište se mora očistiti od raslinja, smeća i otpadaka. To se isto odnosi na dio zemljišta na kojem je bila prethodno konstrukcija, a srušena je kako bi sad na istom mjestu gradila nova.

Tlo na mjestu građenja potrebno je isplanirati i iskolčiti. Prilikom iskopa izvođač je dužan obavijestiti geomehaničara koji mora izvršiti kontrolu svojstava tla i napraviti kontrolu statičkog proračuna.

Potrebno je napraviti i kontrolu geometrije i kvalitete gradiva postojeće temeljne konstrukcije. Ako se ustvrdi da geometrija odstupa od pretpostavki potrebno je napraviti dodatnu kontrolu statičkog proračuna.

Sve iskope potrebno je izvesti po projektu s bočnim odsijecanjem i zaštitom bočnih strana kako ne bi došlo do urušavanja zemljišta prilikom njihova betoniranja. Sve radove, kontrolu i potvrdu parametara izvođač, geomehaničar i nadzorni inženjer su dužni upisati u građevinski dnevnik. Kod zatrpavanja i nasipanja prostora oko temelja do nivoa tla potrebno je nasipavati i nabijati u slojevima po 30 cm.

Na kraju je potrebno obaviti planiranje zemljišta, zatrpavanje svih jama i uklanjanje svega nepotrebnog s gradilišta.

#### 4.9.2.7 Betonski i armiranobetonski radovi

**a.** Beton proizveden prema odredbama Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN br. 17/17, 75/20) i ovih tehničkih uvjeta ugrađuje se u betonsku konstrukciju prema projektu, normi HRN EN 13670 te HRN EN 13670/NA, normama na koje ta norma upućuje.

U glavnom projektu je specificiran razred tlačne čvrstoće i to kao karakteristična vrijednost 95%-tne vjerojatnosti s kriterijima sukladnosti prema normi HRN EN 206:2016.

**b.** Izvođač mora prema normi HRN EN 13670:2010 prije početka ugradnje provjeriti je li beton u skladu sa zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije, te je li tijekom transporta betona došlo do promjene njegovih svojstava koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije.

**c.** Kontrolni postupak utvrđivanja svojstava svježeg betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima norme HRN EN 13670:2010 i projekta betonske konstrukcije, a najmanje pregledom svake otpremnice i vizualnom kontrolom konzistencije kod svake dopreme (svakog vozila) te kod opravdane sumnje ispitivanjem konzistencije istim postupkom kojim je ispitana u proizvodnji.

**d.** Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrstnalog betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima projekta betonske konstrukcije, ali ne manje od jednog uzorka za istovrsne elemente betonske konstrukcije koji se bez prekida ugrađivanja betona izvedu unutar 24 sata od betona istih iskazanih svojstava i istog proizvođača.

**d.1.** Ako je količina ugrađenog betona veća od 100 m<sup>3</sup>, za svakih sljedećih ugrađenih 100 m<sup>3</sup> uzima se po jedan dodatni uzorak betona.

<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

- d.2.** Podaci o istovrsnim elementima betonske konstrukcije izvedenim od betona istih iskazanih svojstava i istog proizvođača evidentiraju se uz navođenje podataka iz otpremnice tog betona, a podaci o uzimanju uzoraka betona evidentiraju se uz obvezno navođenje oznake pojedinačnog elementa betonske konstrukcije i mjesta u elementu betonske konstrukcije na kojem se beton ugrađivao u trenutku uzimanja uzoraka.
- d.3.** Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrsnulog betona ocjenjivanjem rezultata ispitivanja uzoraka i dokazivanje karakteristične tlačne čvrstoće betona provodi se odgovarajućom primjenom kriterija norme HRN EN 206:2016 »Ispitivanje identičnosti tlačne čvrstoće«.
- e.** Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrsnulog betona ugrađenog u pojedini element betonske konstrukcije u slučaju sumnje, provodi se kontrolnim ispitivanjem na mjestu koje se određuje na temelju podataka iz točke d.2..
- f.** Za slučaj nepotvrđivanja zahtijevanog razreda tlačne čvrstoće betona treba na dijelu konstrukcije u koji je ugrađen beton nedokazanog razreda tlačne čvrstoće provesti naknadno ispitivanje tlačne čvrstoće betona u konstrukciji prema HRN EN 12504-1:2019 i ocjenu sukladnosti prema HRN EN 13791:2019.

**Materijali za spravljanje betona moraju biti u skladu sa sljedećim propisima i normama:**

**cement:**

- Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN br. 17/17, 75/20). Kontrola cementa provodi se u centralnoj betonari (tvornici betona), u betonari pogona za predgotovljene elemente i u betonari na gradilištu prema normi HRN EN 206:2016.

**agregat:**

- HRN EN 12620:2008 Agregati za beton  
- HRN EN 13055:2016 Lagani agregati: Lagani agregati za beton, mort i mort za zalijevanje

**voda:**

- HRN EN 1008:2002 Voda za pripremu betona – Specifikacija za uzrokovanje, ispitivanje i potvrđivanje prikladnosti vode, uključujući vodu za pranje iz instalacija za otpadnu vodu u industriji betona kao vode za pripremu betona

**dodaci betonu:**

Dodaci betonu moraju zadovoljavati uvjete kvalitete prema HRN EN 480. Za upotrebu bilo kojeg dodatka betonu mora se pribaviti mišljenje projektanta konstrukcije.

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi te potvrđivanje sukladnosti betona određuje se odnosno provode prema normi HRN EN 206:2016 Beton - Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost.

Tehnička svojstva betona moraju ispunjavati opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu betona i moraju biti specificirane prema normi HRN EN 206:2016.

Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstva svježeg betona provodi se prema normama niza HRN EN 12350, a ispitivanje svojstva očvrsnulog betona prema normama niza HRN EN 12390.

Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje otpornosti betona na smrzavanje i odmrzavanje provodi se prema normama HRN CEN/TR 15177:2006.

**4.9.2.7.1 Isporuka svježeg betona**

**4.9.2.7.1.1 Informacije korisnika betona proizvođaču**

Korisnik će usuglasiti s proizvođačem:

- datum isporuke,
- vrijeme i
- količinu,

i informirati proizvođača o:

- posebnom transportu na gradilište,
- posebnim postupcima ugradnje,

- ograničenjima vozila isporuke, npr. tipa (agitirajuća ili neagitirajuća oprema), veličine, visine ili bruto težine.

#### **4.9.2.7.1.2 Informacije proizvođača betona korisniku**

Kada naručuje beton, korisnik će zahtijevati informacije o sastavu mješavine betona radi primjene pravilne ugradnje i zaštite svježeg betona i utvrđivanja razvoja čvrstoće betona.

Te informacije mora na zahtjev korisnika dati proizvođač prije isporuke betona, već prema tome kako odgovara korisniku.

Kad je posrijedi tvornički proizvedeni beton, informacije, kad se zatraže, mogu također biti dane i referencama proizvođačeva kataloga sastava mješavina betona, u kojima su iskazane pojedinosti o klasama čvrstoće, klasama konzistencije, težina mješavine i drugi mjerodavni podaci.

Informacije za utvrđivanje vremena zaštite betona prema razvoju čvrstoće mogu biti iskazane nazivima iz tablice 2 ili krivuljom razvoja čvrstoće betona pri 20°C između 2 i 28 dana.

**Tablica 2. Razvoj čvrstoće betona pri 20°C:**

<b>Razvoj čvrstoće</b>	<b>Omjeri čvrstoće -<math>\sigma_2</math> / <math>\sigma_{28}</math></b>
Brz	> 0,5
Srednji	> 0,3 < 0,5
Polagan	> 0,15 < 0,3
Vrlo polagan	< 0,15

Omjer čvrstoće kao indikator razvoja čvrstoće jest omjer srednje vrijednosti tlačne čvrstoće nakon 2 dana  $\sigma_2$  i srednje vrijednosti tlačne čvrstoće nakon 28 dana  $\sigma_{28}$  utvrđen početnim ispitivanjima ili zasnovan na poznatim svojstvima betona komparabilnog sastava.

U ovim početnim ispitivanjima uzorke za utvrđivanje čvrstoće treba praviti, njegovati i ispitivati prema HRN EN 12350-1:2019, HRN EN 12390-1:2012, HRN EN 12390-2:2019 i HRN EN 12390-3:2019.

Proizvođač treba informirati korisnika o zdravstvenom riziku koji se može pojaviti tijekom rukovanja betonom.

#### **4.9.2.7.1.3 Otpremnica za gotov (tvornički proizveden) beton**

Pri isporuci betona proizvođač mora dostaviti korisniku otpremnicu za svaku transportnim sredstvom isporučenu količinu betona, na kojoj su otisnute, utisnute ili upisane najmanje sljedeće informacije:

- ime tvornice betona,
- serijski broj otpremnice,
- datum i vrijeme utovara, tj. vrijeme prvog kontakta cementa i vode,
- broj vozila,
- ime kupca,
- ime i lokacija gradilišta,
- detalji ili reference uvjeta, npr. kodni broj, redni broj,
- količina betona u m<sup>3</sup>,
- deklaracija sukladnosti s referentnim uvjetima kvalitete i EN 206:2016,
- ime ili znak certifikacijskog tijela ako je relevantno,
- vrijeme kad beton stiže na gradilište,
- vrijeme početka istovara,
- vrijeme završetka istovara.

#### **4.9.2.7.1.4 Otpremne informacije za gradilišni beton**

Odgovarajuća informacija tražena potpoglavljem 2.1.3. za otpremnicu betona mjerodavna je i za beton proizveden na velikom gradilištu ili kad uključuje više tipova betona.

#### **4.9.2.7.1.5 Konzistencija pri isporuci**

Općenito je svako dodavanje vode ili kemijskih dodataka pri isporuci zabranjeno. U posebnim slučajevima voda ili kemijski dodaci mogu biti dodani kad je to pod odgovornošću proizvođača i primjenjuje se za dobivanje uvjetovane vrijednosti konzistencije, osiguravajući da uvjetovane granične vrijednosti nisu prekoračene i da je dodatak kemijskog dodatka uključen u projekt betona. Količina svakog dodatka vode ili kemijskog dodatka dodana u vozilo (mikser) mora biti upisana u otpremni dokument u svim slučajevima.

#### **4.9.2.7.1.6 Kontrola sukladnosti i kriteriji sukladnosti**

Kontrola sukladnosti sastoji se od aktivnosti i odluka koje treba poduzeti u skladu s pravilima ocjene sukladnosti radi provjere sukladnosti betona s propisanim uvjetima. Kontrola sukladnosti je integralni dio kontrole proizvodnje.

Svojstva betona kojima se kontrolira sukladnost jesu ona koja se mjere odgovarajućim ispitivanjima prema normiranim postupcima. Stvarne vrijednosti svojstava betona u konstrukcijama mogu se razlikovati od tih utvrđenih ispitivanjima, npr. ovisno o dimenzijama konstrukcije, ugradnji, zbijanju, njegovanju i klimatskim uvjetima.

Plan uzorkovanja i ispitivanja te kriteriji sukladnosti trebaju zadovoljavati postupke navedene u normi HRN EN 206:2016 i odredbama ovog poglavlja projekta .

Mjesto uzimanja uzoraka za ispitivanje sukladnosti treba odabrati tako da se mjerodavna svojstva betona i sastav betona značajnije ne mijenjaju od mjesta uzorkovanja do mjesta isporuke.

Proizvođač može koristiti i druge rezultate ispitivanja isporučenog betona u prihvaćanju sukladnosti. Sukladnost ili nesukladnost prosuđuje se prema kriterijima ocjene sukladnosti.

#### **4.9.2.7.1.7 Kontrola proizvodnje**

Proizvođač je odgovoran za besprijeekorno upravljanje proizvodnjom betona. Sav beton mora biti predmet kontrole proizvodnje.

Kontrola proizvodnje obuhvaća sve mjere nužne za održavanje svojstava betona u sukladnosti s uvjetovanim svojstvima.

To uključuje:

- izbor materijala,
- projektiranje betona,
- proizvodnju betona,
- preglede i ispitivanja,
- uporabu rezultata ispitivanja sastavnih materijala, svježeg i očvrstlog betona i opreme
- kontrolu sukladnosti .

Sustav kontrole proizvodnje treba sadržavati odgovarajuće dokumentirani postupak i upute. Taj postupak i upute treba po potrebi utvrditi uzimajući u obzir potrebe kontrole iskazane u tablicama 22, 23 i 24 norme HRN EN 206:2016. Namjeravanu učestalost ispitivanja i nadzora treba dokumentirati. Rezultate ispitivanja i kontrola treba evidentirati izvještajima.

Svi mjerodavni podaci o kontroli proizvodnje trebaju biti zapisani (sadržani u izvještajima). Izvještaje o kontroli proizvodnje treba čuvati najmanje 3 godina, ako zakonske obveze ne traže duže razdoblje.

#### **4.9.2.7.1.8 Vrednovanje i potvrđivanje sukladnosti**

Proizvođač je odgovoran za ocjenu sukladnosti betona s uvjetovanim svojstvima te mora provoditi I sljedeće:

- a) početno ispitivanje kad je traženo
- b) kontrolu proizvodnje
- c) kontrolu sukladnosti

Proizvođačevu kontrolu proizvodnje treba za sve betone klase iznad C16/20 vrednovati i pregledavati ovlašteno nadzorno tijelo i zatim ovjeriti ovlašteno certifikacijsko tijelo.

Proizvođač je odgovoran za održavanje sustava kontrole proizvodnje.

### **4.9.2.8 Skele i oplate**

#### **4.9.2.8.1 Osnovni zahtjevi**

Skele i oplate, uključujući njihove potpore i temelje, treba projektirati i konstruirati tako da su:

- otporne na svako djelovanje kojem su izložene tijekom izvedbe,
- dovoljno čvrste da osiguraju zadovoljenje tolerancija uvjetovanih za konstrukciju i spriječe oštećivanje konstrukcije.
- oblik, funkcioniranje, izgled i trajnost stalnih radova ne smiju biti ugroženi ni oštećeni svojstvima skela i oplate te njihovim uklanjanjem.
- skele i oplate moraju zadovoljavati mjerodavne hrvatske i europske norme.

#### **4.9.2.8.2 Materijali**

#### **4.9.2.8.3 Općenito**

Može se upotrijebiti svaki materijal koji će ispuniti uvjete konstrukcije. Moraju zadovoljavati odgovarajuće norme za proizvod ako postoje. U obzir treba uzeti svojstva posebnih materijala.

#### **4.9.2.8.4 Oplatna ulja**

Oplatna ulja treba odabrati i primijeniti na način da ne štete betonu, armaturi ili oplati i da ne djeluju štetno na

okolinu. Nije li namjerno specificirano, oplatna ulja ne smiju štetno utjecati na valjanost površine, njezinu boju ili na posebne površinske premaze. Oplatna ulja treba primjenjivati u skladu s uputama proizvođača ili isporučitelja.

#### 4.9.2.8.5 Skele

Projekt skele treba uzeti u obzir deformacije tijekom i nakon betoniranja kako bi se izbjegle štetne pukotine u mladom betonu. To se može postići:

- ograničenjem progibanja i/ili slijeganja,
- kontrolom betoniranja i/ili specificiranjem betona npr. usporavanjem ugradnje.

#### 4.9.2.8.6 Oplate

Oplata treba osigurati betonu traženi oblik dok ne očvrstne.

Oplata i spojnice između elemenata trebaju biti dovoljno nepropusni da spriječe gubitak finog morta.

Oplatu koja apsorbira značajniju količinu vode iz betona ili omogućava evaporaciju treba odgovarajuće vlažiti da se spriječi gubitak vode iz betona, osim ako nije za to posebno i kontrolirano namijenjena.

Unutarnja površina oplata mora biti čista. Ako se koristi za vidni beton, njezina obrada mora osigurati takvu površinu betona.

#### 4.9.2.8.7 Površinska obrada

Posebnu površinsku obradu betona, ako se traži, treba utvrditi projektnim specifikacijama.

Za prihvaćanje zadane kvalitete površinske obrade mogu biti uvjetovani pokusni betonski paneli.

Vrsta i kvaliteta površinske obrade ovise o tipu oplata, betonu (agregatu, cementu, kemijskim i mineralnim dodacima), izvedbi i zaštiti tijekom izvedbe.

#### 4.9.2.8.8 Oplatni ulošci i nosači

Privremeni držači oplata, šipke, cijevi i slični predmeti koji će se ubetonirati u sklop koji se izvodi i ugrađeni elementi kao npr. ploče, ankeri i distanceri trebaju:

- biti čvrsto fiksirani tako da očuvaju projektirani položaj tijekom betoniranja,
- ne uzrokovati neprihvatljive utjecaje na konstrukciju,
- ne reagirati štetno s betonom, armaturom ili prednapetim čelikom,
- ne uzrokovati neprihvatljivi površinski izgled betona,
- ne štetiti funkcionalnosti i trajnosti konstrukcijskog elementa.

Svaki ugrađeni dio treba imati dovoljnu čvrstoću i krutost da zadrži oblik tijekom betoniranja. Ne smije sadržavati tvari koje mogu štetno djelovati na njih same, beton ili armaturu.

Udubljenja ili otvore za privremene radove treba zapuniti i završno obraditi materijalom kakvoće slične okolnom betonu, osim ako ne ostaju otvoreni ili im je drugi način obrade specificiran.

#### 4.9.2.8.9 Otpuštanje skela i uklanjanje oplata

Skele ni oplata se ne smiju uklanjati dok beton ne dobije dovoljnu čvrstoću:

- otpornu na oštećenje površine skidanjem oplata,
- dovoljnu za preuzimanje svih djelovanja na betonski element u tom trenutku,
- da izbjegne deformacije veće od specificiranih tolerancija elastičnog ili neelastičnog ponašanja betona.

Uklanjanje oplata treba izvoditi na način da se konstrukcija ne preoptereći i ne ošteti.

Opterećenja skela treba otpuštati postupno tako da se drugi elementi skele ne preoptereće. Stabilnost skela i oplata treba održavati pri oslobađanju i uklanjanju opterećenja.

Postupak podupiranja ili otpuštanja kad se primjenjuje za reduciranje utjecaja početnog opterećenja, sukcesivno opterećenje i/ili izbjegavanje velike deformacije treba detaljno utvrditi.

### 4.9.3 **Armatura i ugradnja armature**

- a. Armatura izrađena od čelika za armiranje prema odredbama ugrađuje se u armiranu betonsku konstrukciju prema projektu betonske konstrukcije, normi HRN EN 13670, normama na koje ta upućuje.
- b. Rukovanje, skladištenje i zaštita armature treba biti u skladu sa zahtjevima tehničkih specifikacija koje se odnose na čelik za armiranje, projekta betonske konstrukcije te odredbama ovoga Priloga.
- c. Izvođač mora prema normi HRN EN 13670 prije početka ugradnje provjeriti je li armatura u skladu sa zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije, te je li tijekom rukovanja i skladištenja armature došlo do njezinog oštećivanja, deformacije ili druge promjene koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije.

**d. Nadzorni inženjer neposredno prije početka betoniranja mora:**



<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

- d.1.** provjeriti postoji li isprava o sukladnosti za čelik za armiranje, odnosno za armaturu i jesu li iskazana svojstva sukladna zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije,
- d.2.** provjeriti je li armatura izrađena, postavljena i povezana u skladu s projektom betonske konstrukcije te u skladu s Prilozima »B« te dokumentirati nalaze svih provedenih provjera zapisom u građevinski dnevnik.

#### 4.9.3.1 Materijali

Čelik za armiranje betona treba zadovoljavati uvjete HRN EN 10080 i uvjete projekta konstrukcije. Svaki proizvod treba biti jasno označen i prepoznatljiv.

Sidreni i spojni elementi trebaju zadovoljavati uvjete EN 1992-1-1, priznatih propisa navedenih u TPGK i uvjete projekta.

Površina armature mora biti očišćena od slobodne hrđe i tvari koje mogu štetno djelovati na čelik, beton ili vezu između njih.

Galvanizirana armatura može se koristiti samo u betonu s cementom koji nema štetnog djelovanja na vezu s galvaniziranom armaturom.

Za sve čelike izvoditelj treba pribaviti ateste koji nisu stariji od 6 mjeseci. Nadzorni inženjer treba upisom u dnevnik potvrditi da li su isporučeni čelici odgovarajuće kakvoće i dozvoliti ugradnju u armiranobetonsku konstrukciju. Za čelike koji su dopremljeni na gradilište ili centralno savijalište bez odgovarajućih atesta ili certifikata ne smiju se ugrađivati dok se ne provede naknadno atestiranje.

Nastavljanje armature zavarivanjem mogu obavljati samo atestirani varioci za tu vrstu zavarivanja, s atestom ne starijim od 1 godine. Izvoditelj mora voditi dnevnik zavarivanja s podacima – ime varioca, način zavarivanja, proizvođača, vrstu i šaržu elektrode te poziciju na kojoj se prema planu armature radilo. Nadzorni inženjer treba utvrditi da se izvoditelj pridržava ovih uvjeta i odobriti način nastavljanja zavarivanjem.

#### 4.9.3.2 Savijanje, rezanje, prijevoz i skladištenje

Čelik za armiranje betona treba rezati i savijati prema projektnim specifikacijama. Pri tome:

- savijanje treba izvoditi jednolikom brzinom,
- savijanje čelika pri temperaturi ispod -5 °C, ako je dopušteno projektnim specifikacijama, treba izvoditi uz poduzimanje odgovarajućih posebnih mjera osiguranja,
- savijanje armature grijanjem smije se izvoditi samo uz posebno odobrenje u projektnim specifikacijama.
- Promjer trna za savijanje šipki treba biti prilagođen stvarnom tipu armature.

#### 4.9.4 Betoniranje

##### 4.9.4.1 Uvjeti kakvoće betona

Beton mora biti proizveden prema uvjetima iz HRN EN 206:2016.

##### 4.9.4.2 Isporuka, preuzimanje i gradilišni prijevoz svježeg betona

Nadzor i kontrolu kakvoće treba provesti na mjestu ugradnje i to najmanje u opsegu definiranom ovim tehničkim uvjetima. Među ostalim treba provjeriti otpremni dokument i parafom potvrditi izvršeni nadzor.

##### 4.9.4.3 Kontrola prije betoniranja

- Treba pripremiti planove betoniranja i nadzora kao i sve ostale mjere predviđene ovim projektom, a ako ne postoji projekt a prema složenosti izvedbe je neophodan, potrebno ga je izraditi.
- Treba po potrebi izvesti početno ispitivanje betoniranja pokusnom ugradnjom i to prije izvedbe dokumentirati.
- Sve pripremne radnje treba provjeriti i dokumentirati prema ovim uvjetima prije no što ugradnja betona počne.
- Konstrukcijske spojnice moraju biti čiste i navlažene. Oplatu treba očistiti od prljavštine, leda, snijega ili vode.

- Ako se beton ugrađuje izravno na tlo, svježi beton treba zaštititi od miješanja s tlom i gubitka vode. Konstrukcijske elemente treba podložnim betonom od najmanje 3-5 cm odvojiti od temeljnog tla ili za odgovarajuću vrijednost povećati donji zaštitni sloj betona.
- Temeljno tlo, stijena, oplata ili konstrukcijski dijelovi u dodiru s pozicijom koja se betonira trebaju imati temperaturu koja neće uzrokovati smrzavanje betona prije no što dostigne dovoljnu otpornost na smrzavanje. Ugradnja betona na smrznuto tlo nije dopuštena ako za takve slučajeve nisu predviđene posebne mjere.
- Predviđa li se temperatura okoline ispod 0°C u vrijeme ugradnje betona ili u razdoblju njegovanja, treba planirati mjere zaštite betona od oštećenja smrzavanjem.
- Površinska temperatura betona spojnice prije betoniranja idućeg sloja treba biti iznad 0°C. Ako se predviđa visoka temperatura okoline u vrijeme betoniranja ili u razdoblju njegovanja, treba planirati mjere zaštite betona od tih negativnih djelovanja.

#### 4.9.4.4 Ugradnja i zbijanje

- Beton treba ugraditi i zbiti tako da se sva armatura i uloženi elementi dobro obuhvate betonom i osigura zaštitni sloj betona unutar propisanih tolerancija te beton dobije traženu čvrstoću i trajnost. Posebnu pažnju treba posvetiti ugradnji i zbijanju betona na mjestima promjene presjeka, suženja presjeka, uz otvore, na mjestima zgusnute armature i prekida betoniranja.
- Vibriranje, osim ako nije drugačije uvjetovano projektom, treba u pravilu izvoditi uronjenim vibratorima. Beton treba uložiti što bliže konačnom položaju u konstrukcijskom elementu: Vibriranjem se beton ne smije namjerno navlačiti kroz oplatu i armaturu.
- Normalna debljina sloja ne bi smjela biti veća od visine uronjenog vibratora. Vibriranje treba izvoditi sustavnim vertikalnim uranjanjem vibratora tako da se površina donjeg sloja revibrira. Kod debljih slojeva je revibriranje površinskog sloja preporučljivo i radi izbjegavanja plastičnog slijeganja betona ispod gornjih sipki armature.
- Vibriranje površinskim vibratorima treba izvoditi sustavno dok se iz betona oslobađa zarobljeni zrak. Prekomjerno površinsko vibriranje koje slabi kvalitetu površinskog sloja betona treba izbjeći. Kad se primjenjuje samo površinsko vibriranje, debljina sloja nakon vibriranja obično ne treba prelaziti 100 mm, osim ako nije prethodno eksperimentalno dokazano drugačije. Korisno je dodatno vibriranje površina uz podupore.
- Brzina ugradnje i zbijanja betona treba biti dovoljno velika da se izbjegnu hladne spojnice i dovoljno niska da se izbjegnu pretjerana slijeganja ili preopterećenje oplata i skela. Hladna spojnica se može stvarati tijekom betoniranja, ako beton ugrađenog sloja veže prije ugradnje i zbijanja narednog. Dodatni zahtjevi na postupak i brzinu ugradnje betona mogu biti potrebni kod posebnih zahtjeva za površinsku obradu.
- Segregaciju betona treba pri ugradnji i zbijanju svesti na najmanju mjeru.
- Beton treba tijekom ugradnje i zbijanja zaštititi od insolacije, jakog vjetrova, smrzavanja, vode, kiše i snijega.
- Naknadno dodavanje vode, cementa, površinskih otvrđivača ili sličnih materijala nije dopušteno.

#### 4.9.4.5 Njegovanje i zaštita

Beton u ranom razdoblju treba zaštititi:

- da se skupljanje svede na najmanju mjeru,
- da se postigne potrebna površinska čvrstoća,
- da se osigura dovoljna trajnost površinskog sloja,
- od smrzavanja,
- od štetnih vibracija, udara ili drugih oštećivanja.

Pogodni su sljedeći postupci njegovanja primijenjeni odvojeno ili uzastopno:

- držanje betona u oplati,
- pokrivanje površine betona paronepropusnim folijama, posebno učvršćenim i osiguranim na spojevima i na krajevima,
- pokrivanjem vlažnim materijalima i njihovom zaštitom od sušenja,
- držanjem površine betona vidljivo vlažnom prikladnim vlaženjem,
- primjenom zaštitnog premaza utvrđene uporabivosti (potvrđene certifikatom ili tehničkim dopuštenjem).

Postupci njegovanja trebaju osigurati nisku evaporaciju vlage iz površinskog sloja betona ili držati površinu stalno vlažnom. Prirodno njegovanje je dovoljno ako su uvjeti u cijelom razdoblju potrebnog njegovanja takvi

daje brzina evaporacije vlage iz betona dovoljno niska, npr. u vlažnom, kišnom ili maglovitom vremenu. Njegovanje površine betona treba bez odgode započeti odmah po završetku zbijanja i površinske obrade. Ako slobodnu površinu betona treba zaštititi od pucanja zbog plastičnog skupljanja, privremeno njegovanje treba primijeniti i prije površinske obrade.

Trajanje primijenjenog njegovanja treba biti funkcija razvoja svojstava betona u površinskom sloju ovisno o omjeru:

- čvrstoće i zrelosti betona,
- oslobođene topline i ukupne topline oslobođene u adijabatskim uvjetima.

Beton za uporabu u uvjetima izloženosti konstrukcije definiranim u poglavlju 3 a treba njegovati dok površinski sloj betona ne dosegne najmanje 50 % uvjetovane tlačne čvrstoće. Iskustveno se taj uvjet, iskazan vremenski, može kontrolirati prema podacima danim u tablici "Najmanje razdoblje njegovanja betona za klase izloženosti betona drugačije od X0 i XC1"

**Tablica 3: Najmanje razdoblje njegovanja betona za klase izloženosti betona drugačije od X0 i XC1**

Površinska temperatura betona, °C	Najmanje razdoblje njegovanja, dana <sup>1) 2)</sup>			
	Razvoj čvrstoće betona <sup>4)</sup> $f_{cm2} / f_{cm28}$			
	brz, $r > 0,50$	srednji, $r = 0,30$	spor, $r = 0,15$	vrlo spor,
$r < 0,15$	1,0	1,5	2,0	3,0
$T > 25$	1,0	2,0	3,0	5,0
$25 > T > 5$ $15 > T > 10$	2,0	4,0	7,0	10,0
1) dodajući svako vrijeme vezanja iznad 5 sati				
2) linearna interpolacija između vrijednosti u redovima je moguća				
3) za temperature ispod 5°C trajanje treba produžiti za razdoblje jednako vremenu ispod 5°C				
4) razvoj čvrstoće betona je omjer između srednje tlačne čvrstoće betona nakon 2 dana i srednje tlačne čvrstoće betona nakon 28 dana				

Ako se razvoj topline koristi za mjerenje razvoja svojstava betona, omjer topline i odgovarajuće čvrstoće treba prethodno utvrditi ili odobriti ovlaštena institucija.

Pobliza određenja razvoja svojstava betona mogu se temeljiti na jednom od sljedećih postupaka:

- računu zrelosti iz mjerenja temperature na dubini najviše 10 mm u betonu ispod površine,
- računu zrelosti iz mjerenja srednjih dnevnih temperatura zraka,
- temperaturi grijanja,
- drugim pogodnim postupcima.

Račun zrelosti treba se zasnivati na odgovarajućoj funkciji zrelosti, dokazanoj za tip cementa ili kombinaciju cementa i uporabljenog mineralnog dodatka.

Primjena zaštitnih premaza nije dopuštena na konstrukcijskim spojnica, na površinama koje će se naknadno obrađivati ili na površinama na kojima treba osigurati vezu s drugim materijalima, osim ako se prethodno potpuno ne uklone prije te sljedeće operacije ili ako dokazano ne djeluju štetno na tu sljedeću operaciju. Ako projektnim specifikacijama nije naglašeno dopušteno, zaštitni premazi se ne smiju koristiti ni na površinama s uvjetovanim posebnim izgledom površine.

Površinska temperatura betona ne smije pasti ispod 0°C dok površina betona ne dosegne čvrstoću dovoljnu za otpornost na smrzavanje (obično iznad 5 N/mm<sup>2</sup>).

Najviša temperatura betona ne smije prijeći 65°C.

Mogući negativni utjecaji visokih temperatura betona tijekom njegovanja uključuju:

- značajno smanjenje čvrstoće,
- značajno povećanje poroznosti,
- odloženo formiranje etringita,
- povećanje razlike temperature betoniranog i prethodnog elementa.

#### 4.9.4.6 Aktivnosti poslije betoniranja

Nakon skidanja oplata nadzorni inženjer treba prema uvjetovanom razredu nadzora provesti kontrolu površine betona i potvrditi sukladnost za zahtjevima. Površinu betona treba tijekom izvedbe zaštititi od oštećivanja i remećenja površinske teksture. Potrebe ispitivanja betona na građevini (svojstvo, učestalost i kriterije sukladnosti) treba prema uvjetima izvedbe i eksploatacije građevine utvrditi projektom konstrukcije i planom kontrole kvalitete izvedbe radova.

#### 4.9.4.7 Konstrukcijske spojnice

Spojni dijelovi bilo kojeg tipa trebaju biti neoštećeni, točno postavljeni i ispravno izvedeni tako da osiguraju učinkovito ponašanje konstrukcije.

#### 4.9.4.8 Geometrijske tolerancije

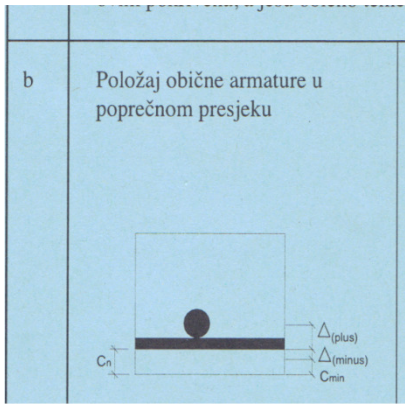
Izvedene dimenzije konstrukcija trebaju biti unutar najvećih dopuštenih odstupanja radi izbjegavanja štetnih utjecaja na:

- mehaničku otpornost i stabilnost u privremenom i kasnijem uporabnom stanju,
- ponašanje tijekom uporabe građevine,
- kompatibilnost postavljanja i izvedbe konstrukcije i njezinih nekonstrukcijskih dijelova.

Nenamjerna mala odstupanja od referentnih vrijednosti koje nemaju značajniji utjecaj na ponašanje izvedene konstrukcije mogu se zanemariti.

Date tolerancije, nominirane kao normalne tolerancije, odgovaraju projektnim pretpostavkama, HRN EN 1992 i traženoj razini sigurnosti. Zahtjevi ovog poglavlja odnose se na ukupnu konstrukciju. Kod pojedinih dijelova svaka međukontrola tih dijelova mora poštivati uvjete konačne kontrole izvedene konstrukcije.

Ako je određeno geometrijsko odstupanje pokriveno različitim zahtjevima (preduvjetovano), primjenjuje se stroži uvjet. Dimenzije poprečnog presjeka, zaštitni sloj betona i položaj armature ne smiju odstupati od zadanih vrijednosti više no što je prikazano u sljedećoj tablici:

N°	Tip odstupanja	Opis	Dopušteno odstupanje
<b>A</b>	<b>Dimenzije poprečnog presjeka</b>		+ 10 mm
<b>B</b>	<b>Položaj obične armature u poprečnom presjeku</b>	Za sve h vrijednosti je:  - 10 mm  a pozitivno za h < 150 mm h = 400 mm h > 2500 mm uz linearnu interpolaciju međuvrijednosti	+ 10 mm + 15 mm + 20 mm
			
	c <sub>min</sub> = traženi najmanji zaštitni sloj betona		
	c <sub>n</sub> = nominalni zaštitni sloj = c +  Δ(minus)		
	c = stvarni zaštitni sloj		
	Δ = dopušteno odstupanje od c <sub>n</sub>		
	h = visina poprečnog presjeka		
	Uvjet: c + Δ(plus) > c <sub>n</sub> -  Δ(minus)		
	Dopušteno pozitivno odstupanje zaštitnog sloja temelja i elemenata u temeljima može se povećati za 15 mm. Dano negativno odstupanje ne može.		
<b>c</b>	<b>Preklopni spoj</b>	l preklopna duljina	-0,06 l

<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

<b>d</b>	<b>okomitost poprečnog presjeka</b>	a – duljina dimenzije poprečnog presjeka	ne više od 0,04 a ili 10 mm
<b>e</b>	<b>ravnost</b>		
	Oplaćena ili zaglađena površina	L = 2,0 m L = 0,2 m	9 mm 4 mm
	Ne oplaćene površine: globalno lokalno	L 2,0 m L = 0,2 m	15 mm 6 mm
<b>F</b>	<b>Zakošenost poprečnog presjeka</b>	ne veće od h/25 ili b/25 ali ne više od 30 mm	
<b>g</b>	<b>ravnost bridova</b>	za dužine > =1 m > 1 m	8mm 8 mm / m ali ne više od 20 mm
<b>h</b>	<b>otvori I ulošci</b>	$\Delta_1$ ; $\Delta_2$ ; $\Delta_3$ ;	+ - 25 mm

#### 4.9.5 Čelična konstrukcija

Kod izrade i montaže konstrukcije izvođač se mora držati odredbi Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN br. 17/17, 75/20), odnosno pravila i standarda navedenih u prilogima A – F istog propisa. Izvedba čelične konstrukcije definirana je normama:

- izvedba čeličnih i aluminijskih konstrukcija niz HRN EN 1090
- toplinsko rezanje – razredba rezova HRN EN ISO 9013
- sustav dimenzionalnih tolerancija (rupe) HRN EN ISO 286-2
- tolerancije u zgradarstvu – metode mjerenja niz HRN ISO 7976
- provjera osposobljenosti zavarivača niz HRN EN 287
- preporuke za zavarivanje metalnih materijala HRN EN 1011
- provjera osposobljenosti rukovoditelja pri potpuno mehaniziranom i automatiziranom zavarivanju metalnih materijala HRN EN 1418
- zahtjevi za kvalitetu zavarivanja taljenjem metalnih materijala niz HRN EN ISO 3834
- krovopokrivački proizvodi od lima niz HRN EN 508

Zahtjevi za kakvoću osnovnog materijala dati su u specifikaciji materijala u tehničkoj dokumentaciji za svaku pojedinu poziciju, kojih se treba u potpunosti pridržavati. Oznake kakvoće date su kako je propisano u Tehničkom propisu. Materijal druge vrste i kakvoće nego što je propisan može se upotrijebiti samo po prethodnom pismenom odobrenju projektanta. Karakteristike i kakvoća osnovnog materijala određeni su propisima u hrvatskim standardima:

- definicija i razredba vrsta čelika HRN EN 10020
- opći tehnički uvjeti isporuke za čelične proizvode HRN EN 10021
- označavanje čelika HRN EN 10027-1,  
HRN EN 10027-2
- toplovaljani proizvodi od konstrukcijskih čelika niz HRN EN 10025
- toplovaljani I–profili sa skošenim pojasnicama HRN EN 10024
- toplovaljani čelični limovi (debljine veće od 3 mm) HRN EN 10029
- I–profili i H–profili od konstrukcijskih čelika HRN EN 10034
- toplovaljana čelična traka HRN EN 10048
- neprekinuti, neprevučeni toplovaljani lim i traka HRN EN 10051
- toplovaljani T–profil HRN EN 10055
- čelični kutnici HRN EN 10056-1,  
HRN EN 10056-2
- toplooblikovani šuplji profili niz HRN EN 10210
- toplo valjani čelični U–profili HRN EN 10279
- toplovaljane šipke – plosnate, četverokutne, okrugle, šesterokutne HRN EN 10058, HRN EN 10059,  
HRN EN 10060, HRN EN 10061
- uvjeti isporuke za stanje površine toplovaljanih čel. ploča, traka i profila niz HRN EN 10163

Mehanička spojna sredstva (vijci, zakovice) definirana su u sljedećim hrvatskim standardima.

- konstrukcijski vijčani spojevi bez predopterećenja HRN EN 10548-1
- konstrukcijski predopterećeni vijčani spojevi visoke čvrstoće niz HRN EN 14399

- mehanička svojstva spojnih elemenata – vijci i svorni elementi HRN EN ISO 898-1
- mehanička svojstva spojnih elemenata – matice HRN EN ISO 3506-2
- čelične matice osigrane od odvijanja HRN EN ISO 2320
- šesterokutne matice osigrane od odvijanja HRN EN ISO 7040, HRN ISO 7042,  
ISO 7719, HRN ISO 10511,  
HRN ISO 10512, HRN ISO 10513
- vijci za lim HRN EN ISO 1479, HRN EN ISO 1481
- samonarezni vijci HRN EN ISO 15480
- zakovice HRN EN ISO 15976, HRN EN ISO 15979,  
HRN EN ISO 15980, HRN EN ISO 15983,  
HRN EN ISO 15984

Karakteristike dodatnog i potrošnog materijala za zavarivanje (i opreme) određene su propisima u hrvatskim standardima:

HRN EN 13479, HRN EN ISO 2560, HRN EN ISO 14175, HRN EN 440, HRN EN ISO 17632, HRN EN ISO 14341, HRN EN ISO 26304, HRN EN 13918, HRN EN ISO 14343, HRN EN ISO 16834, HRN EN ISO 17633, HRN EN ISO 18276, HRN EN ISO 636

Nadzor nad svim fazama izrade čelične konstrukcije u radionici i nad montažom vrši nadzorni inženjer imenovan od strane investitora.

Izvođač je dužan nadzornom inženjeru dostaviti na uvid:

- dokaze sukladnosti materijala od kojih je izrađena čelična konstrukcija,
- dokaze sukladnosti za spojni materijal (vijke, elektrode, zakovice)
- dokaze o osposobljenosti zavarivača, koji izrađuju ovu konstrukciju,
- uvjerenje o kvalifikacijama drugih stručnih osoba angažiranih na izradi konstrukcije,
- planovi slijeda zavarivanja s točnim odredbama rasporeda i slijeda zavarivanja svakog pojedinog zavara
- zakonski propisano vođenje dnevnika (radionički dnevnik, dnevnik zavarivanja),
- skice s ucrtanim brojevima dokaza sukladnosti osnovnog i spojnog materijala iz kojeg je izrađena svaka pojedina pozicija s označenim zavarima, s brojem dokaza sukladnosti elektrode i oznakom zavarivača koji je to zavarilo.

Kod montaže konstrukcije na gradilištu:

- plan montaže konstrukcije,
- radioničke nacрте sa svim izmjenama i dopunama,
- dokumente o prijemu konstrukcije u radionici,
- dokaz o osposobljenosti zavarivača koji vrši zavarivanje konstrukcije na montaži,
- dokumente o kontroli izvođenja montažnih spojeva,
- montažni dnevnik, dnevnih zavarivanja,
- podatke o geodetskim i drugim mjerenjima tijekom montaže,
- foto dokumentacije o građenju objekta.

Dužnosti i obveze nadzornog inženjera su:

- kontinuirana kontrola izrade i montaže čelične konstrukcije u svim fazama,
- ovjeravanje naprijed navedenih dokumenata,
- sudjelovanje kod prijema konstrukcije u radionici
- sudjelovanje kod prijema gotove montirane konstrukcije.

Izvođačeva je dužnost i zakonska obveza da projektanta upozori na uočene proturječnosti i nedostatke u tehničkoj dokumentaciji. Isto tako dužan je za sve nejasnoće tražiti objašnjenje od projektanta.

Izvođač može predanu mu tehničku dokumentaciju upotrebljavati isključivo za izradu konstrukcije obrađene u ovom elaboratu.

Jediničnom cijenom po kg konstrukcije uključeni su:

- svi troškovi dobave, izrade i montaže konstrukcije,
- sav potreban pomoćni materijal, alat, mehanizacija i skladištenje,
- priprema površine, te kvaliteta i debljina sloja prvog temeljnog premaza prema posebnim uvjetima antikorozivne zaštite (prilog TPGK-a),
- svi horizontalni i vertikalni transporti do mjesta ugradbe,

- sva potrebna radna skela,
- sva šteta i troškovi popravka kao posljedica nepažljive izvedbe,
- troškovi zaštite na radu i troškovi dokazivanja sukladnosti.

Osnovni, kao i dodatni materijal preuzima izvođač radova - suglasnost zahtjevima standarda odnosno propisa - ukoliko u ugovoru između investitora i izvođača nije drugačije utvrđeno.

Limovi i lamele koje se ugrađuju u čeličnu konstrukciju glavnih nosača treba kontrolirati ultrazvukom radi dvoplosnosti. Nadzorni inženjer i izvođač dogovoriti će se o obimu kontrole ultrazvukom.

Nadzorni inženjer može u slučaju sumnje u kakvoću materijala dati da se pojedine sarže ponovno ispituju, bilo kompletno, bilo samo pojedine probe.

Izvođač je dužan izraditi detaljni plan tehnološkog procesa izrade. Plan treba sadržavati suglasnost zahtjevu projekta, raspored limova i radioničkih nastavaka, oblik i dimenzije šavova zavarenih spojeva, način radioničkog sklapanja konstrukcije, postupak zavarivanja s karakterističnim uputstvima svih faznih operacija od početka do završetka radioničkih radova.

Detaljnu tehnologiju zavarivanja suglasno raspoloživoj opremi i kadrovima predlaže izvođač investitoru donosno nadzornom inženjeru i projektantu.

Osnovni je zahtjev da predviđeni način odnosno postupak ne daje spojeve koji imaju gora mehanička svojstva od osnovnog materijala. Tehnološki postupak ulazi u tehničku dokumentaciju i sastavni je dio dokumenata koje odobrava nadzorni inženjer.

Tijekom radova se po nahođenju nadzornog inženjera može vršiti dopunsko atestiranje pojedinih zavarivača ako se za to ukažu potrebe. Troškove osposobljavanja snosi izvođač.

Dodatni materijal mora se uskladištiti u suhom prostoru tako da ne bi došlo do vlaženja. Skladištenje dodatnog materijala, bilo elektroda, žica ili praškova vrši se u originalnoj ambalaži isporučioaca elektroda.

Sav dodatni materijal koji se u radionici ili na gradilištu ostavlja poslije izvršenog dnevnog rada u otvorenoj ambalaži, mora se prije ponovne upotrebe podvrgnuti propisanom sušenju na peći, na temperaturi koja je u te svrhe propisana. To važi za oploštene elektrode kao i za praškove za automatska ili poluautomatska zavarivanja.

Pojedine vrste elektroda (ukoliko zahtijevaju tehnički uvjeti) moraju biti sušene odmah nakon vađenja iz originalne ambalaže.

Uvjetima antikorozivne zaštite i ugovorom propisat će se stupanj pripreme površine, te debljina i kakvoća prvog temeljnog premaza.

Investitor mora osigurati prostor za istovar i manipulaciju čelične konstrukcije, te osigurati adekvatni izvor električne energije u slučaju da izvođač koristi kranove pogonjene električnom energijom.

Ovi opći uvjeti se mijenjaju ili dopunjuju pojedinim stavkama troškovnika.

Za sve građevne proizvode koji nisu obohvaćeni ovim uvjetima kontrole i osiguranja kvalitete mjerodavni su propisi navedeni u prilogima Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije.

#### **4.9.6 Drvena konstrukcija**

Kod izrade i montaže konstrukcije izvođač se mora držati odredbi Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20), odnosno pravila i standarda navedenih u prilogima istog propisa.

Izvedba drvene konstrukcije definirana je normama:

- |   |                  |
|---|------------------|
| • projektiranje drvenih konstrukcija – opća pravila i pravila za zgrade | HRN EN 1995-1-1  |
| • sadržaj vlage piljenog drva   | niz HRN EN 13183 |
| • ploče na osnovi drva – smjernice za uporabu nosivih ploča             | HRN CEN/TR 12872 |
| • adhezivi za nosive drvene konstrukcije                                | niz HRN EN 302   |
| • metode ispitivanja  | niz HRN EN 594   |
| • ispitivanje konstrukcija visokogradnje pokusnim opterećenjem          | HRN U.M1.047     |

Zahtjevi za kakvoću osnovnog materijala dati su u specifikaciji materijala u tehničkoj dokumentaciji za svaki pojedini element, kojih se treba u potpunosti pridržavati. Oznake kakvoće date su kako je propisano u Tehničkom propisu.

Materijal druge vrste i kakvoće nego što je propisan može se upotrijebiti samo po prethodnom pismenom odobrenju projektanta. Karakteristike i kakvoća osnovnog materijala određeni su propisima u hrvatskim standardima:

- |  |                  |
|--|------------------|
| • konstrukcijsko drvo                  | niz HRN EN 14081 |
| • zupčasto spojeno konstrukcijsko drvo | HRN EN 15497     |

• lijepljeno lamelirano drvo	HRN EN 14080
• ploče na osnovi drva	HRN EN 13986
• lamelirane furnirske ploče	HRN EN 14279
• lamelirane furnirsko drvo	HRN EN 14374
• ploče s česticama povezanim cementom	HRN EN 634-1
• štapasta spajala	HRN EN 14592
• neštapasti spojni elementi	HRN EN 14545
• spajala za drvo – moždanici posebne izvedbe za drvo	HRN EN 912
• kazeinski adhezivi za nosive drvene konstrukcije	HRN EN 12436
• fenolni i aminoplastični adhezivi za nosive drvene konstrukcije	HRN EN 301
• jednokomponentni poliuretanski adhezivi za drv. strukture pod opt.	HRN EN 15425
• predgotovljene konstrukcijske elemente sastavljene utisnutim metalnim ježastim pločama	HRN EN 14250
• predgotovljeni drveni nosači oplate.	HRN EN 13377

Maksimalna debljina lamela pri sastavljanju glavnog nosača je 32 mm. Kvaliteta drva propisuje se za rubne petine visine presjeka je klasa I (GL28) odnosno za središnje 3/5 visine nosača klasa II (GL24). Pri proizvodnji nosača posebno je potrebno pridržavati se sljedećeg:

- maksimalna vlažnost lamela  $12 \pm 3\%$
- unutar područja rubnih petina nastavak lamela mora se izvoditi „cink“ spojem, a klinasti nastavak dozvoljen je unutar srednje 3/5 visine nosača
- oblikovanje nosača na dijelu oslonaca mora se obaviti u proizvodnom pogonu
- nije dozvoljeno dolijepljivanje dijelova nosača

Proizvodnja drvene konstrukcije mora se provoditi u svemu prema odredbama navedenih hrvatskih normi za izradu drvenih konstrukcija

Čelični okov kao i čelični elementi krovnih spregova predviđeni u kvaliteti osnovnog čeličnog materijala: S 235 JR

Sve čelične papuče oslonaca kao i sva spojna sredstva antikorozivno se zaštićuju cinčanjem. Cinčanju mora prethoditi pjeskarenje svih elemenata koji se cinčaju.

Kompletnu drvenu konstrukciju potrebno je u tvornici zaštititi fungicidnim i insekticidnim sredstvima, dok se zaštita od vlage osigurava dvostrukim lazurnim nanosima. Nakon nanošenja zaštitnih sredstava nije dozvoljena daljnja dodatna obrada drva.

Proizvođač je dužan predati naručitelju sve protokole o proizvodnji, a posebno o lijepljenju lamela, te o sadržaju vlage u drvu.

Nadzorni inženjer i proizvođač konstrukcije dužni su tijekom proizvodnje u radionici zapisnički (protokol) pratiti

- temperaturu, vlažnost i čistoću radionice
- kvalitetu svake pojedine lamele
- vlažnost drva
- ljepilo (vrstu, proizvođača, broj i datum isporuke, debljine slojeva, miješanja)
- uvjete lijepljenja i prešavanja, vrijeme otpuštanja
- geometrijsku kontrolu gotovih elemenata

Ovi protokoli sastavni su dio kompletne atesne dokumentacije koju je izvođač dužan predočiti na tehničkom pregledu i tijekom gradnje.

Prilikom transporta nosače je potrebno zaštititi od utjecaja atmosferilija, a ovisno o načinu montaže i transporta potrebno je dokazati stabilnost pojedinih elemenata u fazi transporta.

Prije početka proizvodnje konstrukcije proizvođač ima obavezu izraditi radioničke nacрте kompletne krovne drvene konstrukcije i svih čeličnih dijelova (papuče, oslonci i spojna sredstva), te iste predočiti na ovjeru projektantu glavnog projekta konstrukcije.

Izvođač radova također je dužan dati na ovjeru i plan montaže pri čemu se posebno naglašava potreba određivanja Redosljeda montaže obzirom na raspored krovnih spregova.



<b>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA TARNIK KREŠIMIR</b> Višnjica 29, Zagreb	INVESTITOR: Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176	<b>T.D.:</b> <b>31/05-23</b>
	GRAĐEVINA: Poslovna zgrada Tkalčićeva 19, 10000 Zagreb, K.o. CENTAR, k.č. br.: 1660	

#### 4.9.7 Zidarski radovi

Prilikom izvedbe zidarskih radova prema projektu i troškovniku izrađenog na osnovu ovog projekta, izvođač radova mora se pridržavati svih uvjeta i opisa u projektu i troškovniku kao i važećih propisa, a posebno:

- Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20)

##### 4.9.7.1 Materijali

Materijali koji se upotrebljava za zidarske radove mora biti ispravan, kvalitetan, a na zahtjev izvođač mora predočiti važeće ateste ili dati ispitati prema važećim standardima. Ispitivanje pada na teret izvođača.

Materijal koji je upotrebljavan mora zadovoljiti sljedeće standarde:

Zidni elementi

- |  |               |
|--|---------------|
| • opečni zidni elementi – specifikacije              | HRN EN 771-1  |
| • vapnenosilikatni zidni elementi – specifikacije    | HRN EN 771-2  |
| • betonski zidni elementi – specifikacije            | HRN EN 771-3  |
| • porobetonski zidni elementi – specifikacije        | HRN EN 771-4  |
| • zidni elementi od umjetnog kamena– specifikacije   | HRN EN 771-5  |
| • zidni elementi od prirodnog kamena– specifikacije  | HRN EN 771-6  |
| • tlačna čvrstoća                                    | HRN EN 772-1  |
| • izmjere zidnih elemenata                           | HRN EN 772-16 |
| • neto obujam i postotak šupljina opečnih zidnih el. | HRN EN 772-3  |
| • gustoća i obujamska masa zidnih el. od prir kamena | HRN EN 771-4  |

Mort

- |  |                |
|--|----------------|
| • poroznost svježeg morta                | HRN EN 1015-7  |
| • konzistencija svježeg morta            | HRN EN 1015-3  |
| • gustoća svježeg morta                  | HRN EN 1015-6  |
| • tlačna i savojna vlačna čvrstoća morta | HRN EN 1015-11 |
| • uzorci za ispitivanje morta            | HRN EN 1015-2  |

Uskladištenje materijala, koji se koriste za zidanje, mora biti takvo da nije moguće oštećenje do stupnja kada nisu pogodni za korištenje. Opeka se ne smije polagati na površine koje sadrže kemijske nečistoće, klinker ili pepeo, niti na novo betonirane ploče, dok ta konstrukcija nema dovoljnu nosivost. U zimi opeku koja nije otporna na mraz potrebno je skladištiti u zatvorenim prostorima gdje temperatura nije niža od 0°C.

Cement i vapno trebaju biti zaštićeni od djelovanja vlage za vrijeme transporta i skladištenja. Veziva skladištiti odvojeno tako da ne dođe do mješanja.

Pijesak različitih tipova treba pohraniti odvojeno na tvrdj podlozi, gdje neće biti onečišćen.

Mort treba biti mješan u omjerima materijala kako je određeno projektom morta, a koji je dužan dostaviti izvođač. Navedenim projektom se mora postići projektirana marka morta. Sav pribor koji se koristi pri mješanju i transportu treba održavati čistim. Nakon što se mort izmješa i izvađen je iz mješalice ne smije mu se dodavati nikakav materijal. Mort mora biti upotrijebljen prije nego počne vezivanje. Mort mora imati plastičnu konzistenciju određenu normama za mort.

Unaprijed pripremljeni mort treba rabiti u skladu sa uputama proizvođača i prije kraja roka uporabe deklariranog od proizvođača.

Zidne elemente treba postavljati u pravilan zidni vez. Opeka mora biti čista i neoštećena. Prije nego se opeka počne postavljati u mort mora imati potrebnu vlažnost da se postigne što bolja prionljivost sa mortom. Stoga se preporuča kvašenje elemenata prije polaganja u mort. Duljinu kvašenja odrediti ovisno o konzistenciji morta, tipu opeke i preporukama pojedinih radova i propisa danih u ovom projektu.

Zidanje je potrebno obustaviti ako temperatura padne ispod +5°C ili je veća od +35°C.

Kod izvedbe vertikalnih serklaža opeku je potrebno ozidati tako da zid završava na "šmorc". Horizontalne serklaže na razini stropova betonirati zajedno sa stropnom konstrukcijom.

Novoizvedene zidove potrebno je zaštititi od mehaničkih oštećenja i utjecaja nevremena. Vrhovi zidova trebaju biti pokriveni vodonepropusnim presvlakama. Zidovima se ne smije dopustiti prebrzo sušenje, stoga ih je u vrućim danima potrebno vlažiti dok ne postigne odgovarajuću čvrstoću.

Kvaliteta zidanja mora biti u skladu sa zahtijevanom kvalitetom zidova u ovom projektu, prema važećim propisima za zidane konstrukcije, a u nedostatku državnih normi koristiti pripadne euronorme.

#### 4.9.8 Nadzor

Pregledi i nadzor trebaju osigurati da se radovi završavaju u skladu s zahtjevima projektnih specifikacija i važećim propisima.

Nadzor u ovom kontekstu odnosi se na verifikaciju (potvrđivanje) sukladnosti svojstava proizvoda i materijala koji će se upotrijebiti i na nadzor nad izvedbom radova.

##### 4.9.8.1 Nadzor materijala i proizvoda

Koji će se nadzor svojstava materijala i proizvoda primijeniti u radovima prikazano je slijedećom tablicom.

**Tablica 5: Zahtjevi nadzora materijala i proizvoda**

PREDMET	VRSTA NADZORA
Materijali oplata	Vizualni nadzor
Armaturni čelik	Prema HRN EN 10080 i zahtjevima projekta <sup>3)</sup>
Svježi beton proizveden u tvornici ili na gradilištu <sup>1)</sup>	Prema HRN EN 206:2016, i prema ovim tehničkim uvjetima. Pri preuzimanju betona treba postojati otpremnica.
Ostali materijali <sup>2)</sup>	Prema projektnim specifikacijama i normama
Predgotovljeni elementi	Prema projektnim specifikacijama <sup>3)</sup>
Nadzorni izvještaj	Treba
<p>1) Na gradilištu izrađeni sastavni dijelovi smatraju se kao sastavni dijelovi proizvedeni sa „svježim betonom, tvorničkim ili gradilišnim“, osim ako nisu proizvedeni prema normi</p> <p>2) Npr. element ugrađenog čelika, opeka i sl.</p> <p>3) Proizvode s potvrdom sukladnosti treće osobe treba vizualno pregledati i provjeriti otpremnicu. U slučaju sumnje treba poduzeti daljnje provjere sukladnosti sa specifikacijama. Ostale proizvode treba provjeriti i ispitati prema projektnim specifikacijama.</p>	

##### 4.9.8.2 Područje nadzora izvedbe

Područje nadzora koji treba provesti prikazano je u tablici

**Tablica 6: Područje nadzora**

PREDMET	VRSTA NADZORA
Kalupi, oplata i skele	Glavne kalupe i oplatu pregledati prije betoniranja
Obična armatura	Glavnu armaturu pregledati prije betoniranja
Ugrađeni elementi	Prema projektnim specifikacijama i ovim tehničkim uvjetima
Zidani elementi	Prema projektnim specifikacijama i ovim tehničkim uvjetima

Drvena konstrukcija i elementi	Prema projektnim i izvedbenim specifikacijama i ovim tehničkim uvjetima
Predgotovljeni elementi	Prema izvedbenim specifikacijama
Gradilišni prijevoz i ugradnja betona	Prema ovim tehničkim uvjetima
Završna obrada i njegovanje betona	Prema ovim tehničkim uvjetima
Geometrija	Prema projektnim specifikacijama
Nadzorna dokumentacija	Kako se traži ovim uvjetima

#### 4.9.8.3 Nadzor prije betoniranja

Prije početka betoniranja nadzor treba uključivati:

- geometriju oplata,
- stabilnost oplata, skela i njihovih temelja,
- nepropusnost oplata,
- uklanjanje nečistoća (kao što su prašina, snijeg i/ili led i ostaci žice) s dijela koji će se betonirati,
- obradu lica konstrukcijskih spojnica,
- uklanjanje vode s dna oplata, osim ako se ne betonira pod vodom,
- pripremu površine oplata,
- otvore u oplati.

#### 4.9.8.4 Nadzor poslije betoniranja

Na konstrukcijskim spojnica treba provjeriti i potvrditi da je preklopna (kontinuitetna) armatura u projektiranom položaju.

Treba provjeriti položaj dilatacijske trake.

#### 4.9.8.5 Nadzor armature

##### 4.9.8.5.1 Nadzor prije betoniranja

Prije betoniranja nadzor u skladu s odgovarajućim nadzornim razredom treba potvrditi daje:

- armatura iskazana u nacrtima ugrađena i prema nacrtima postavljena u projektiranu poziciju,
- zaštitni sloj u skladu s ovim uvjetima i projektnim specifikacijama,
- armatura nezagađena uljem, mastima, bojom ili drugim štetnim materijalima,
- armatura ispravno učvršćena i osigurana od pomicanja tijekom betoniranja,
- razmak između sipki armature dovoljan za ugradnju i zbijanje betona,
- ugrađena armatura popraćena odgovarajućom potvrdom sukladnosti sa svojstvima uvjetovanim u EN 10080.

Ako za armaturu dopremljenu u savijalište ili na građevinu nema odgovarajuće potvrde sukladnosti s uvjetovanim svojstvima, ta svojstva treba korisnik potvrditi ispitivanjem odgovarajućeg broja uzoraka dopremljenih profila.

##### 4.9.8.5.2 Nadzor poslije betoniranja

Na konstrukcijskim spojnica treba provjeriti i potvrditi daje preklopna (kontinuitetna) armatura u projektiranom položaju.

##### 4.9.8.5.3 Nadzor postupka betoniranja

Nadzor i ispitivanje postupka betoniranja treba planirati, izvoditi i dokumentirati prema tablici

**Tablica 7: Planiranja, nadzora i dokumentiranja**

PREDMET	VRSTA NADZORA
Planiranje nadzora	Plan nadzora, procedure i instrukcije prema specifikacijama Aktivnosti kod nesukladnosti
Nadzor	Osnovni i povremeni detaljni nadzor
Dokumentacija	Svi dokumenti planiranja, Izvještaji o svim nadzorima Izvještaji o svim nesukladnostima i popravnim mjerama

Plan nadzora treba identificirati sve nadzore, motrenja i ispitivanja za potrebne dokaze kvalitete. Najbolji nadzor je kontinuirani nadzor sukladnosti i uobičajene dobre prakse.

#### **4.9.9 Mjere u slučaju nesukladnosti**

Kad nadzor otkrije nesukladnost, treba poduzeti odgovarajuće radnje koje će osigurati uvjetovanu stabilnost i sigurnost konstrukcije i zadovoljiti namjeravanu uporabu.

Kad je nesukladnost potvrđena, treba istražiti sljedeće:

- utjecaj nesukladnosti na izvedbu i uporabu,
- mjere potrebne da bi se nesukladni element ili dio konstrukcije učinili prihvatljivima,
- potrebu zabrane i zamjene nepopravljivog nesukladnog elementa ili dijela konstrukcije.

Veličina nesukladnosti uvjetovanih svojstava betona utvrđuje se naknadnim ispitivanjima istih svojstava na uzorcima betona iz konstrukcijskog elementa prema važećim normama. Ispitivanja se odlukom nadzornog inženjera povjeravaju odgovarajućoj ovlaštenoj instituciji.

Nesukladnost tlačne čvrstoće (postignute i uvjetovane klase) betona rješava se naknadnim ispitivanjem uzoraka betona izvađenih iz dijela konstrukcije u koji je ugrađen nesukladni beton.

Ispitivanja treba provesti prema HRN EN 12504-1 i utvrditi klasu tlačne čvrstoće kojoj ugrađeni beton odgovara u vrijeme ispitivanja i približnu klasu kojoj je odgovarao pri 28-dnevnoj starosti. Prva služi za kontrolu stabilnosti i sigurnosti predmetnog konstrukcijskog dijela a druga za reguliranje ugovornih odnosa između proizvođača i kupca betona. Ako su neispravnosti i nesukladnosti zanemarive za izvedbu i uporabu element treba preuzeti. Ako se nesukladnost može popraviti, element treba preuzeti nakon popravka.

Ocjenu sukladnosti elementa nakon popravka trebaju dati nadzorni inženjer i ovlaštena institucija koja je utvrdila veličinu nesukladnosti i uvjetovala popravak.

Rektifikacija nesukladnosti mora biti u skladu s projektnim specifikacijama i ovim Tehničkim uvjetima. Dokumentaciju postupka i materijala koji će se upotrijebiti treba prije popravka odobriti nadzorni inženjer

## 4.10 Procjena troškova obnove

U nastavku se daje informativni izračun troškova cjelovite konstrukcijske obnove zgrade sukladno *Programu mjera obnove zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije ("Narodne novine" broj 137/21)*

### Razina cjelovite obnove 3

## Procjena troškova obnove

prema Programu mjera obnove zgrada oštećenih potresom na području Grada Zagreba, Krapinsko-zagorske županije, Zagrebačke županije, Sisačko-moslavačke županije i Karlovačke županije ("Narodne novine" broj 99/21)

Način obnove:		<b>Cjelovita obnova zgrade</b>	
Namjena građevine		<b>Javne zgrade</b>	
Kvadratura građevine [GBP]:	A =	<b>1160</b>	m <sup>2</sup>
Procjena uporabljivosti:		<b>Narančasto</b>	[?]
Razina obnove:		<b>Razina 3</b>	
Cijena obnove:		568.1	€/m <sup>2</sup>
Koeficijent korekcije:	K =	0.90	
Udio projektiranja		<b>6</b>	%
Procjena troška obnove:		<b>659,028.8</b>	€

Investitor: **DRŽAVNI URED ZA REVIZIJU**  
Tkalčićeva 19, Zagreb  
OIB: 55448281176

Građevina: **Poslovna zgrada**

Lokacija građevine: **Tkalčićeva 19, Zagreb**  
**k.č.br. 1660, k.o. Centar**

Naziv projekta : **PROJEKT OBNOVE ZGRADE ZA CJELOVITU OBNOVU ZGRADE**

Strukovna odrednica mape: **MAPA 1 - GRAĐEVINSKI PROJEKT - PROJEKT POJAČANJA  
KONSTRUKCIJE**

Naziv projektiranog dijela: **PROJEKT POJAČANJA KONSTRUKCIJE**

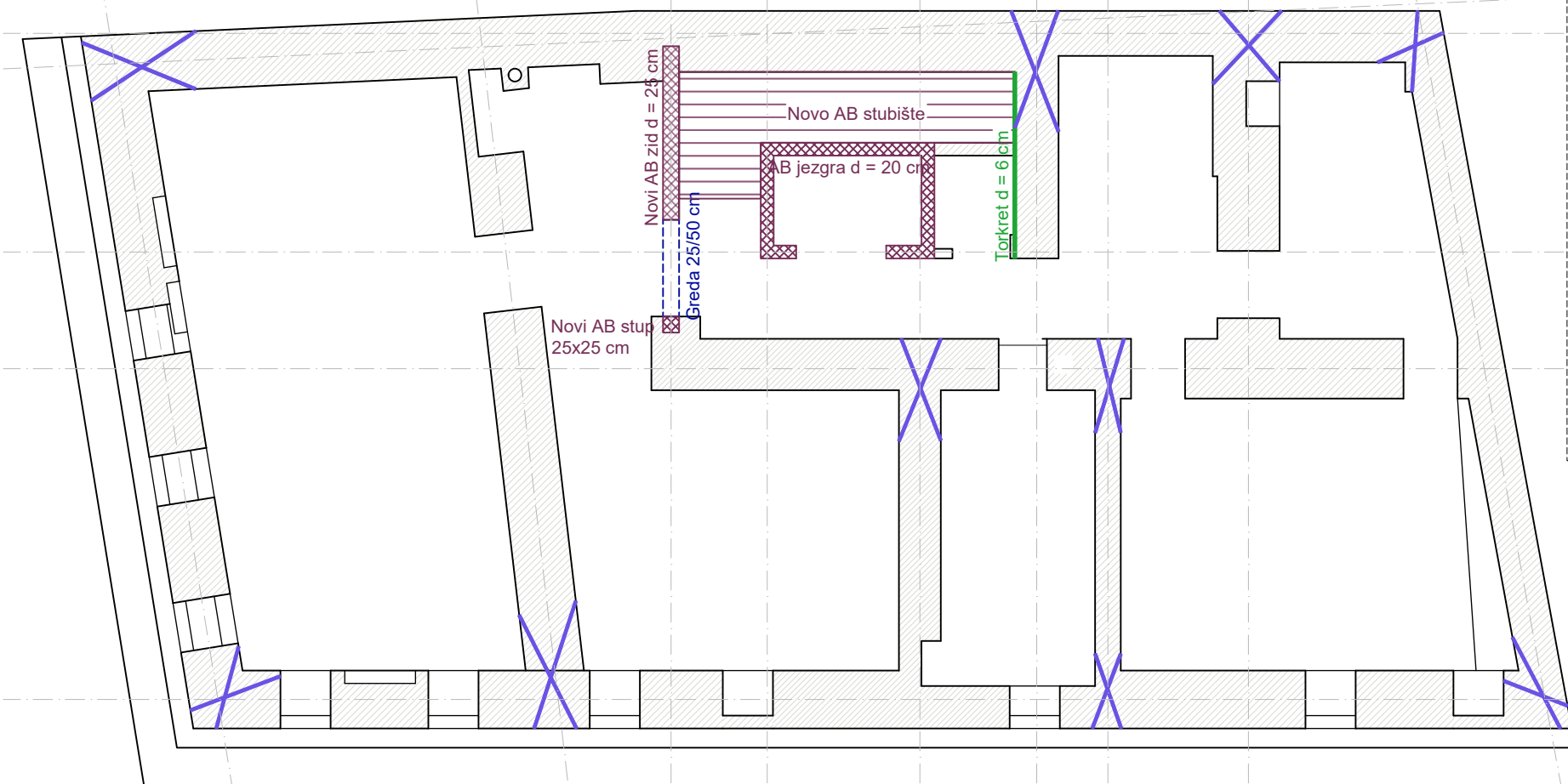
Broj projekta: **31/05-23**

Zajednička oznaka projekta.: **31/05-23-PCO**

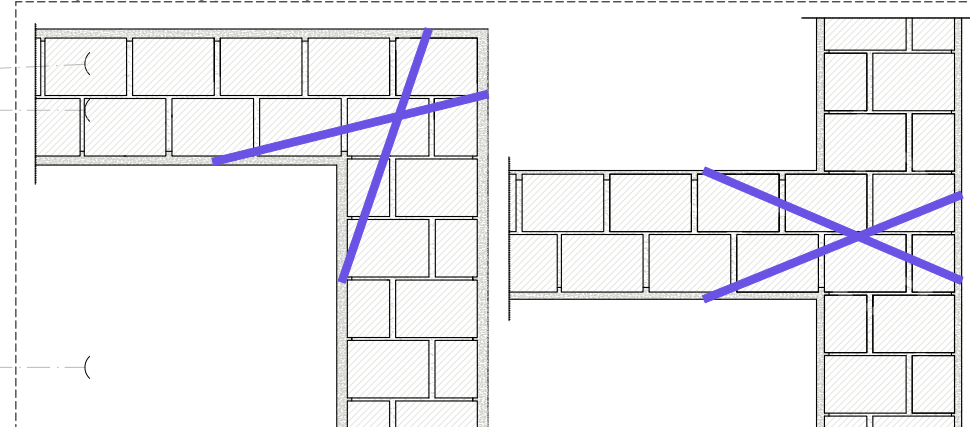
## **V. GRAFIČKI DIO - DETALJI IZVOĐENJA POJAČANJA KONSTRUKCIJE**

**DISPOZICIJA RJEŠENJA OJAČANJA ZGRADE**

Tlocrt podruma

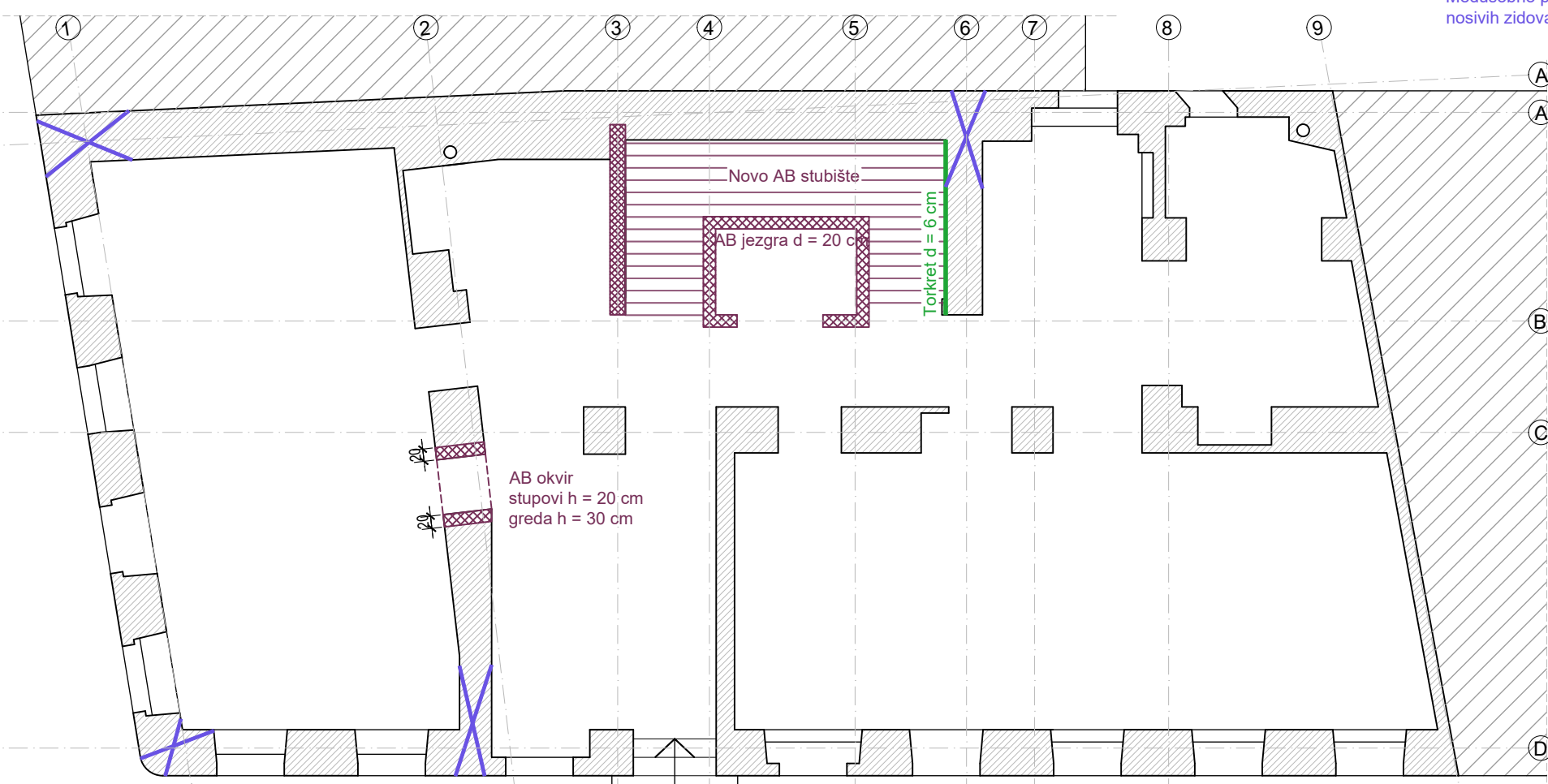


Detalj međusobnog povezivanja zidova



Napomena: Na skici je prikazano međusobno povezivanje zidova ovisno o različitim situacijama spojava zidova. Obavezno je međusobno povezivanje svih zidova ugradnjom čeličnih šipki minimalnog promjera 12 mm te rupe zapuniti masom za sidrenje tipa SIKA Anchorfix. Šipke se postavljaju cijelom visinom zida na razmaku 30 - 40 cm.

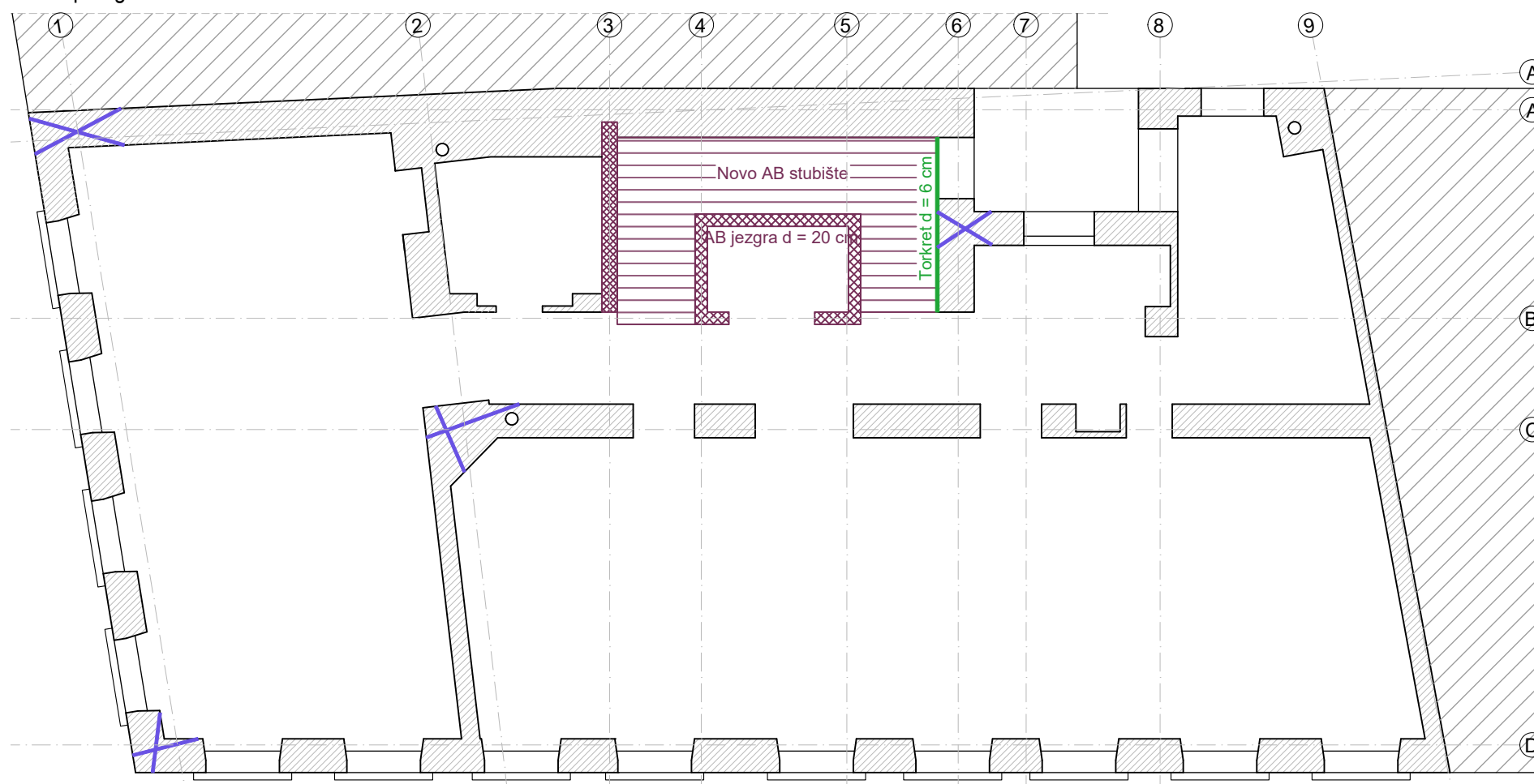
Tlocrt prizemlja



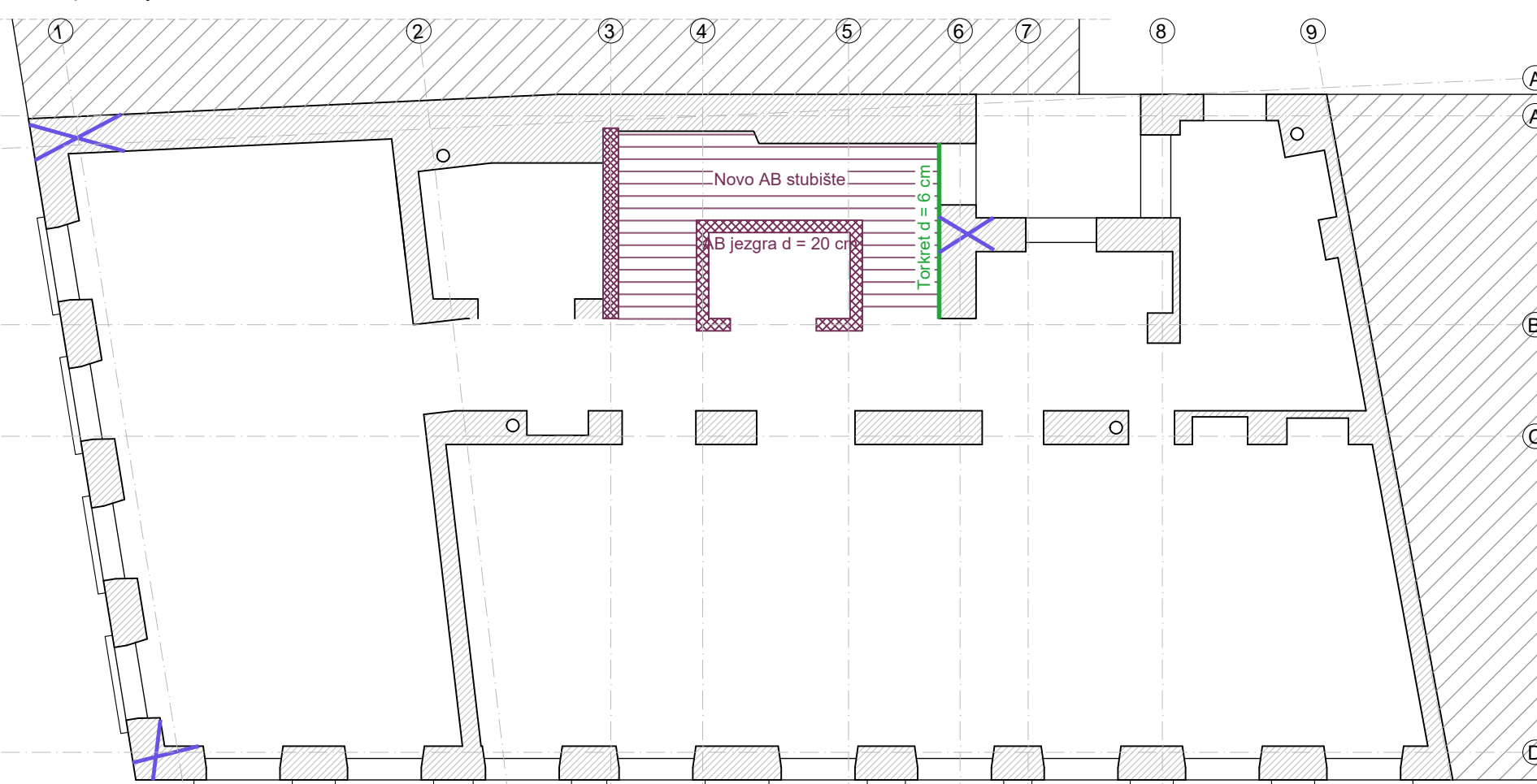
<p><b>U.O.I.G. Tarnik</b>                  ZAGREB, VIŠNJICA 29</p>		<p>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA                  GRAĐEVINARSTVA KREŠIMIR TARNIK                  Višnjica 29, 10000 Zagreb                  OIB 18177519666</p>	
<p>GRAĐEVINA:  Poslovna zgrada</p>			
<p>LOKACIJA:  Tkalčičeva 19, Zagreb k.č.br. 1660, k.o. Centar</p>			
<p>INVESTITOR:  Državni ured za reviziju Tkalčičeva 19, Zagreb OIB: 55448281176</p>			
<p>PROJEKTANT: Krešimir Tarnik, dipl.ing.građ.                  HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA                  Krešimir Tarnik                  dipl.ing.građ.                  Ovlašten inženjer građevinarstva                  G 3556</p>		<p>SURADNICI: Valentino Obajdin, mag.ing.aedif. Monika Bukač, mag.ing.aedif.</p>	
<p>FAZA PROJEKTA: <b>PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE</b> MAPA 1</p>			
BROJ TD:	Z.O.P.:	DATUM:	
31/05-23	31/05-23	svibanj, 2023.	
<p>SADRŽAJ LISTA: <b>PLAN POZICIJA</b> Tlocrt podruma i prizemlja</p>			
FORMAT:	MJERILO:	LIST:	REVIZIJA:
A3	1:100	1	0

**DISPOZICIJA RJEŠENJA OJAČANJA ZGRADE**

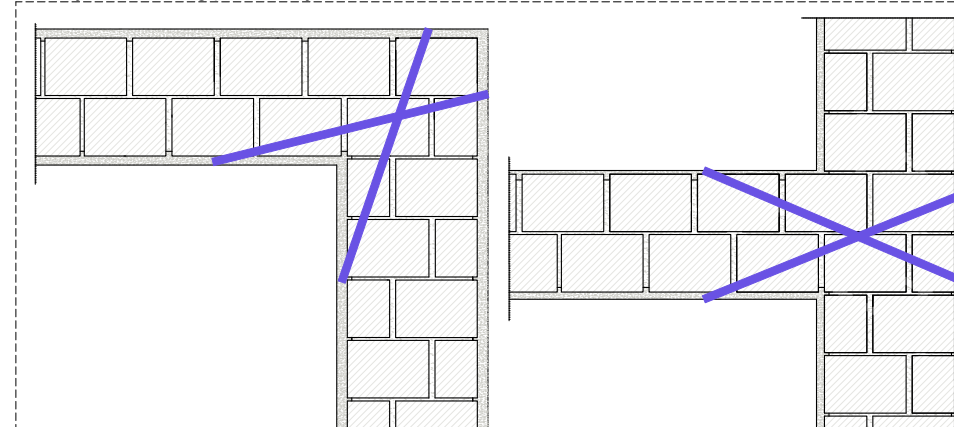
Tlocrt prvog kata



Tlocrt potkrovlja



Detalj međusobnog povezivanja zidova



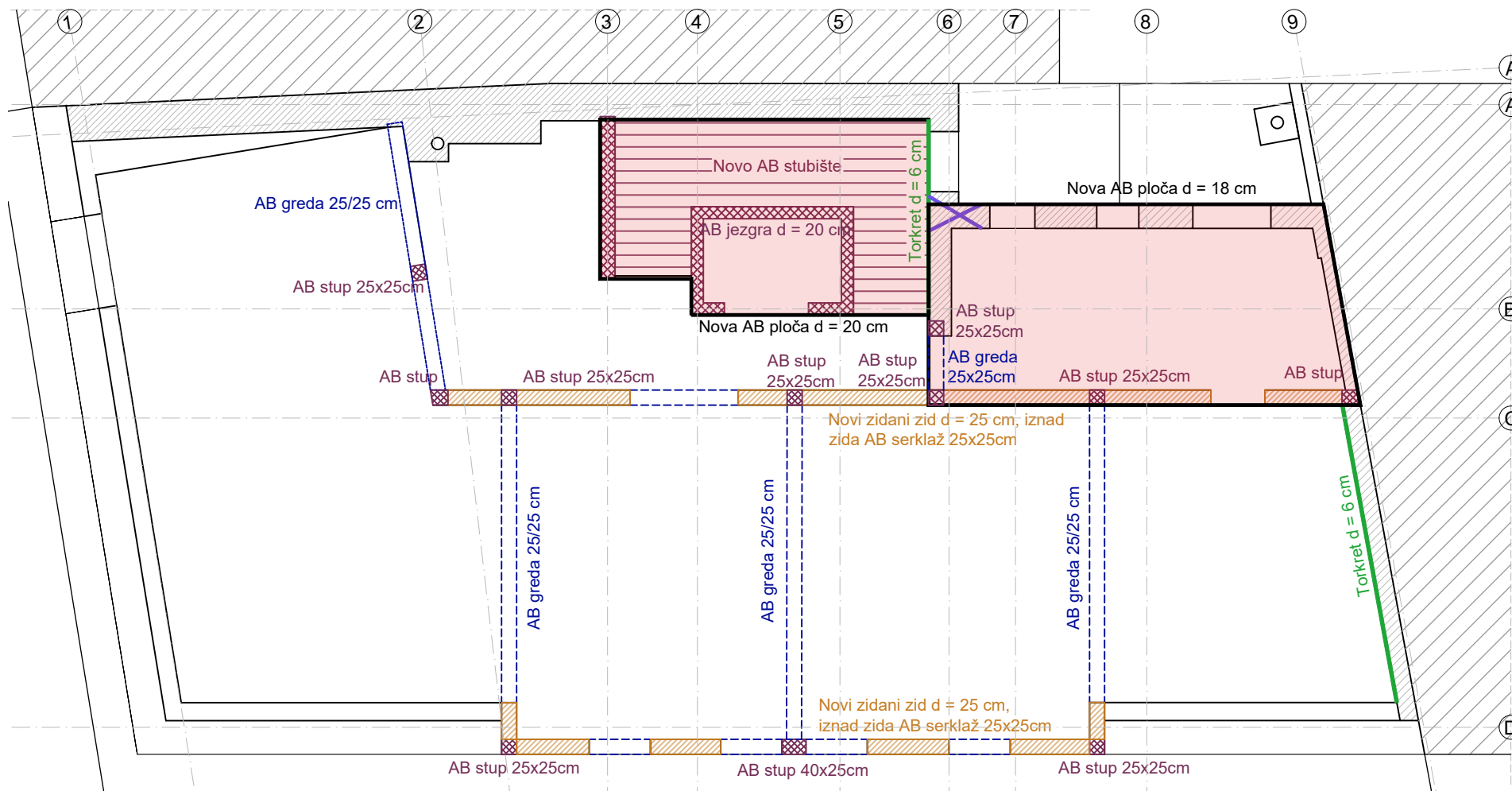
Napomena: Na skici je prikazano međusobno povezivanje zidova ovisno o različitim situacijama spojava zidova. Obavezno je međusobno povezivanje svih zidova ugradnjom čeličnih šipki minimalnog promjera 12 mm te rupe zapuniti masom za sidrenje tipa SIKA Anchorfix. Šipke se postavljaju cijelom visinom zida na razmaku 30 - 40 cm.

<p><b>U.O.I.G. Tarnik</b> ZAGREB, VIŠNJICA 29</p>		<p>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA KREŠIMIR TARNIK Višnjica 29, 10000 Zagreb OIB 18177519666</p>	
<p>GRAĐEVINA:  Poslovna zgrada</p>			
<p>LOKACIJA: Tkalčičeva 19, Zagreb k.č.br. 1660, k.o. Centar</p>			
<p>INVESTITOR:  Državni ured za reviziju Tkalčičeva 19, Zagreb OIB: 55448281176</p>			
<p>PROJEKTANT: Krešimir Tarnik, dipl.ing.građ. HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA <b>Krešimir Tarnik</b> dipl.ing.građ. Ovlašten inženjer građevinarstva G 3556</p>		<p>SURADNICI: Valentino Obajdin, mag.ing.aedif. Monika Bukač, mag.ing.aedif.</p>	
<p>FAZA PROJEKTA: <b>PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE MAPA 1</b></p>			
BROJ TD:	Z.O.P.:	DATUM:	
31/05-23	31/05-23	svibanj, 2023.	
<p>SADRŽAJ LISTA: <b>PLAN POZICIJA Tlocrt prvog i drugog kata</b></p>			
FORMAT:	MJERILO:	LIST:	REVIZIJA:
A3	1:100	2	0

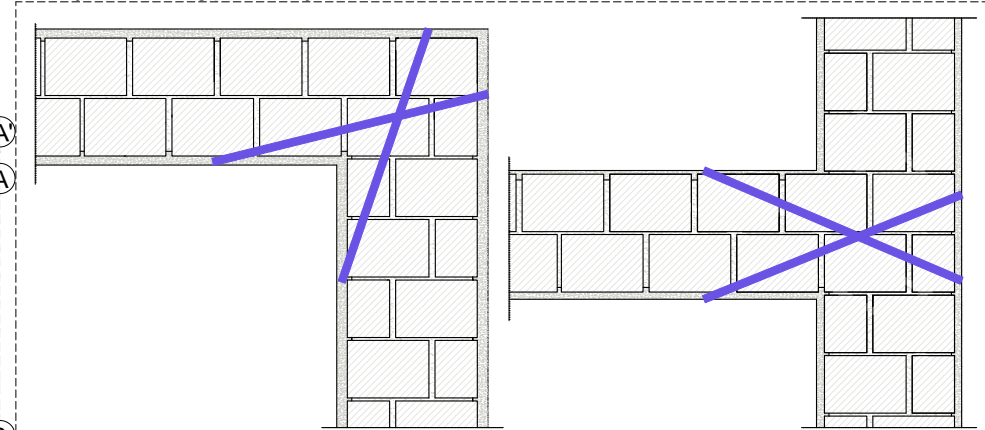


**DISPOZICIJA RJEŠENJA OJAČANJA ZGRADE**

Tlocrt potkrovlja

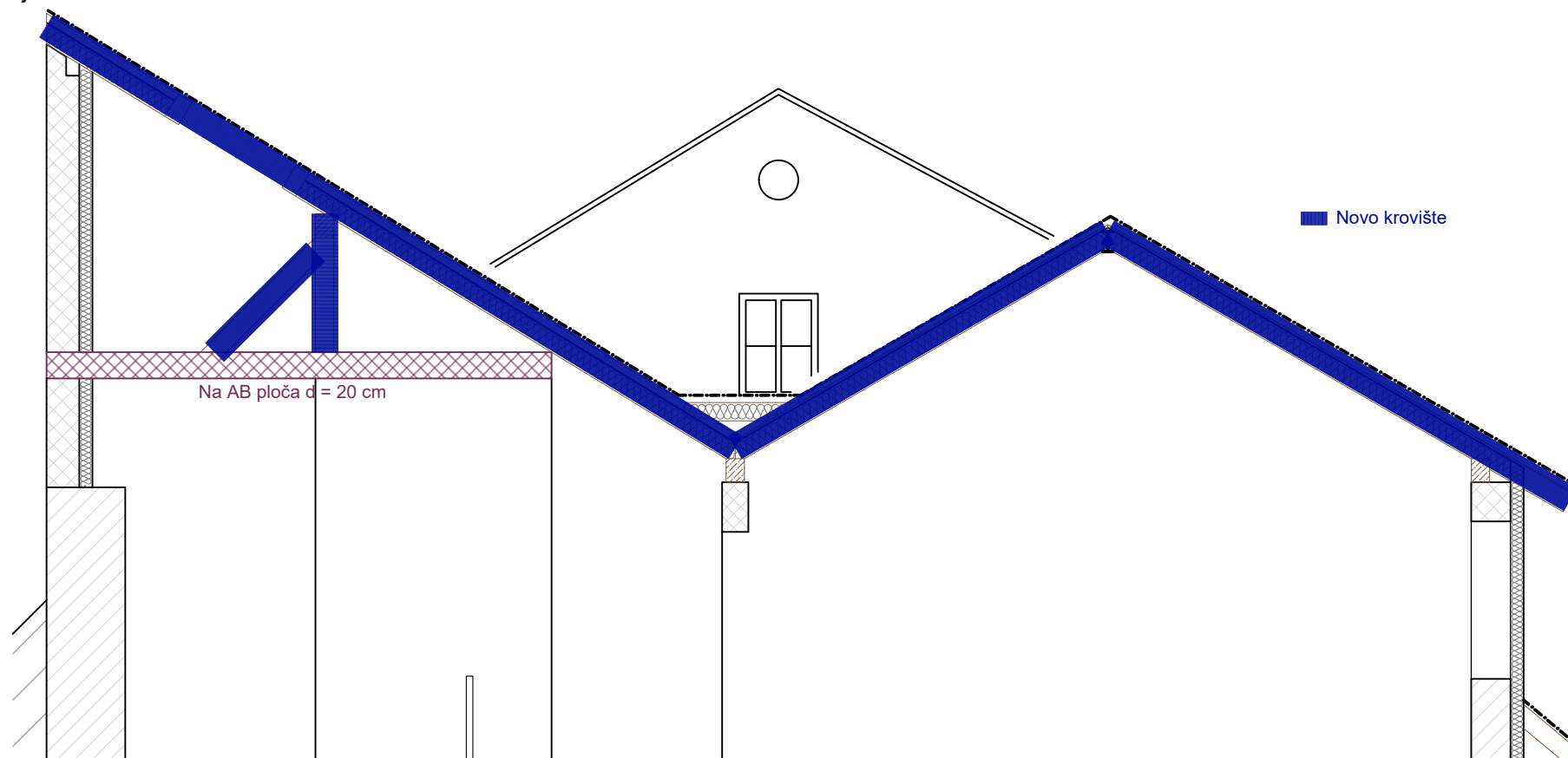


Detalj međusobnog povezivanja zidova



Napomena: Na skici je prikazano međusobno povezivanje zidova ovisno o različitim situacijama spojava zidova. Obavezno je međusobno povezivanje svih zidova ugradnjom čeličnih šipki minimalnog promjera 12 mm te rupe zapuniti masom za sidrenje tipa SIKA Anchorfix. Šipke se postavljaju cijelom visinom zida na razmaku 30 - 40 cm.

Presjek kroz potkrovlje  
mj. 1:50

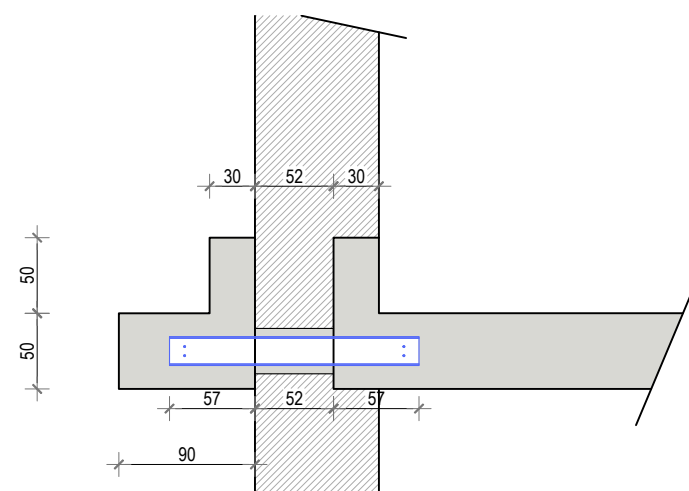
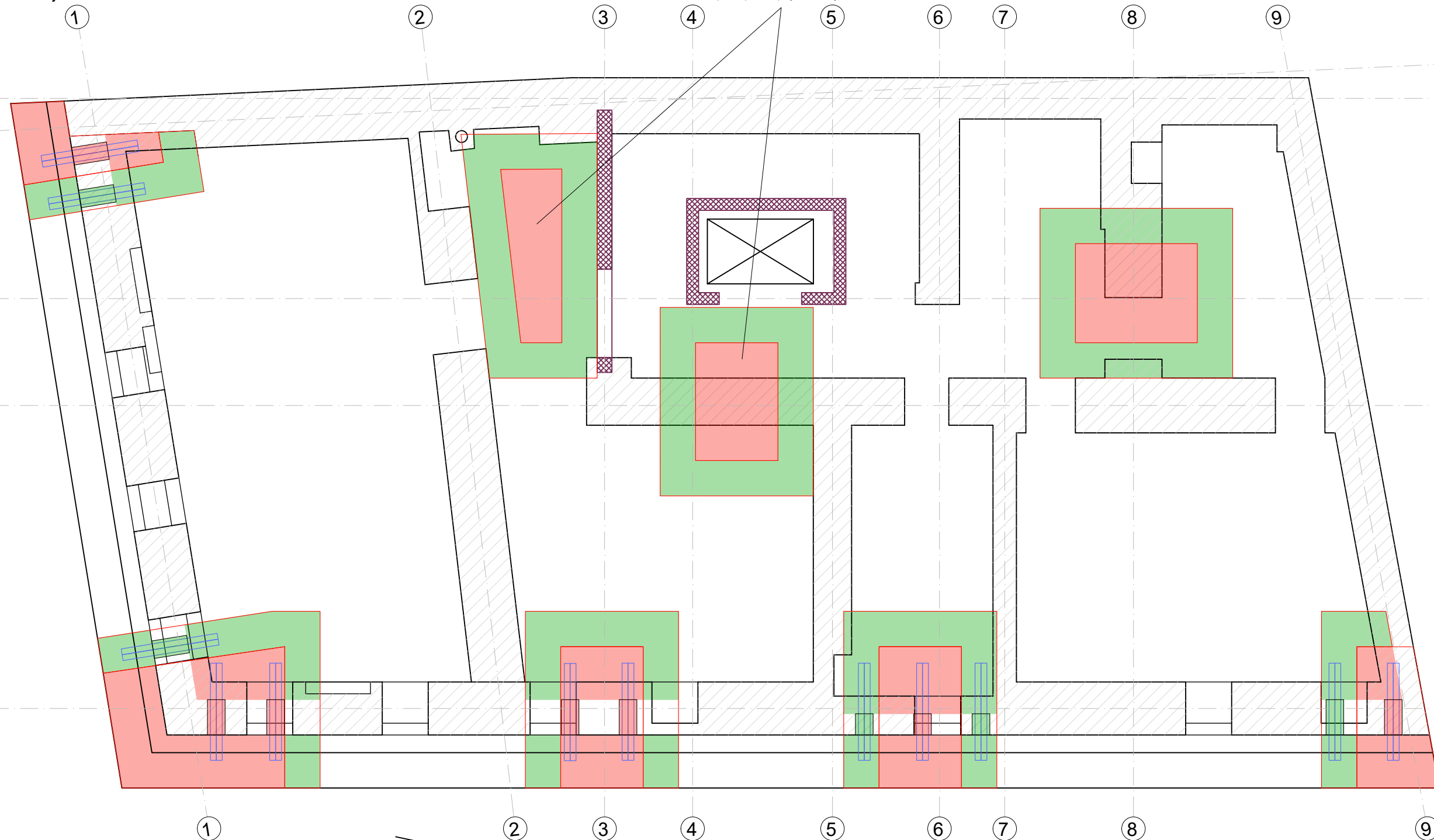


<p><b>U.O.I.G. Tarnik</b> ZAGREB, VIŠNJICA 29</p>		<p>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA KREŠIMIR TARNIK Višnjica 29, 10000 Zagreb OIB 18177519666</p>	
<p>GRAĐEVINA:  Poslovna zgrada</p>			
<p>LOKACIJA: Tkalčičeva 19, Zagreb k.č.br. 1660, k.o. Centar</p>			
<p>INVESTITOR:  Državni ured za reviziju Tkalčičeva 19, Zagreb OIB: 55448281176</p>			
<p>PROJEKTANT: Krešimir Tarnik, dipl.ing.građ. HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA <b>Krešimir Tarnik</b> dipl.ing.građ. Ovlašten inženjer građevinarstva G 3556</p>		<p>SURADNICI: Valentino Obajdin, mag.ing.aedif. Monika Bukač, mag.ing.aedif.</p>	
<p>FAZA PROJEKTA: <b>PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE</b> MAPA 1</p>			
BROJ TD:	Z.O.P.:	DATUM:	
31/05-23	31/05-23	svibanj, 2023.	
<p>SADRŽAJ LISTA: <b>PLAN POZICIJA</b> Tlocrt potkrovlja, presjek kroz potkrovlje</p>			
FORMAT:	MJERILO:	LIST:	REVIZIJA:
A3	1:100, 1:50	3	0

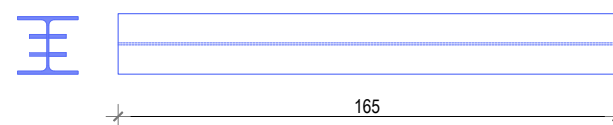
**DISPOZICIJA RJEŠENJA OJAČANJA ZGRADE**

Temelji - FAZA 1

prvo je potrebno izvesti polja oko jezgre kako bi se na nove ploče mogli osloniti podupirači prije rušenja zidova



HEA 200  
l=165 cm



**U.O.I.G. Tarnik** URED OVLAŠTENOG INŽENJERA  
 GRADEVINARSTVA KREŠIMIR TARNIK  
 ZAGREB, VIŠNJICA 29 Višnjica 29, 10000 Zagreb  
 OIB 18177519666

GRADEVINA:  
 Poslovna zgrada

LOKACIJA:  
 Tkalčićeva 19, Zagreb  
 k.č.br. 1660, k.o. Centar

INVESTITOR:  
 Državni ured za reviziju  
 Tkalčićeva 19, Zagreb  
 OIB: 55448281176

PROJEKTANT:  
 Krešimir Tarnik, dipl.ing.građ.  
 HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRADEVINARSTVA  
 Krešimir Tarnik  
 dipl.ing.građ.  
 Ovlašten inženjer građevinarstva  
 G 3556

SURADNICI:  
 Valentino Obajdin, mag.ing.aedif.  
 Monika Bukač, mag.ing.aedif.

FAZA PROJEKTA:  
**PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE**  
 MAPA 1

BROJ TD:	Z.O.P.:	DATUM:
31/05-23	31/05-23	svibanj, 2023.

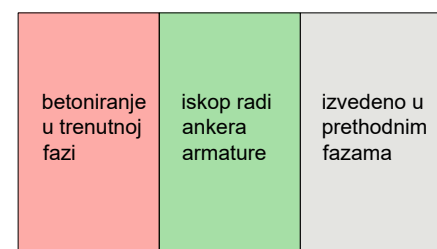
SADRŽAJ LISTA:  
**PLAN POZICIJA**  
 Pojačanje temelja - FAZA 1

FORMAT:	MJERILO:	LIST:	REVIZIJA:
A3+	1:75, 1:50	4	0

**DISPOZICIJA RJEŠENJA OJAČANJA ZGRADE**

Temelji - FAZA 2

prvo je potrebno izvesti polja oko jezgre kako bi se na nove ploče mogli osloniti podupirači prije rušenja zidova



**U.O.I.G. Tarnik** URED OVLAŠTENOG INŽENJERA  
 GRADEVINARSTVA KREŠIMIR TARNIK  
 Zagreb, VIŠNJICA 29  
 Višnjica 29, 10000 Zagreb  
 OIB 18177519666

GRADEVINA:  
 Poslovna zgrada

LOKACIJA:  
 Tkalčićeva 19, Zagreb  
 k.č.br. 1660, k.o. Centar

INVESTITOR:  
 Državni ured za reviziju  
 Tkalčićeva 19, Zagreb  
 OIB: 55448281176

PROJEKTANT:  
 Krešimir Tarnik, dipl.ing.građ.  
 HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRADEVINARSTVA  
 Krešimir Tarnik  
 dipl.ing.građ.  
 Ovlašten inženjer građevinarstva  
 G 3556

SURADNICI:  
 Valentino Obajdin, mag.ing.aedif.  
 Monika Bukač, mag.ing.aedif.

FAZA PROJEKTA:  
**PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE**  
 MAPA 1

BROJ TD:	Z.O.P.:	DATUM:
31/05-23	31/05-23	svibanj, 2023.

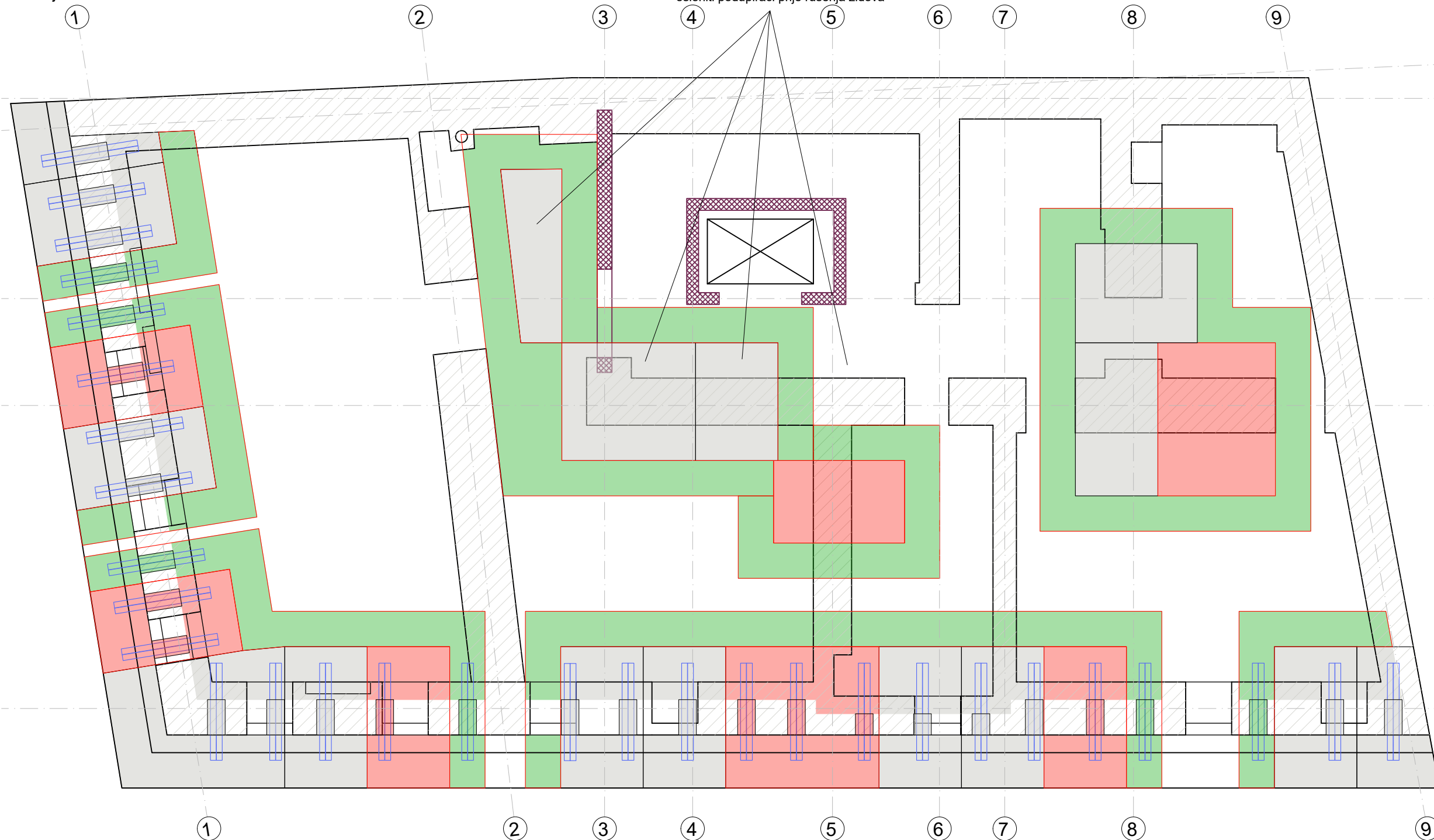
SADRŽAJ LISTA:  
**PLAN POZICIJA**  
 Pojačanje temelja - FAZA 2

FORMAT:	MJERILO:	LIST:	REVIZIJA:
A3+	1:75	5	0

**DISPOZICIJA RJEŠENJA OJAČANJA ZGRADE**

Temelji - FAZA 3

prvo je potrebno izvesti polja oko jezgre kako bi se na nove ploče mogli osloniti podupirači prije rušenja zidova



**U.O.I.G. Tarnik** URED OVLAŠTENOG INŽENJERA  
 GRADEVINARSTVA KREŠIMIR TARNIK  
 ZAGREB, VIŠNJICA 29  
 Višnjica 29, 10000 Zagreb  
 OIB 18177519666

GRADEVINA:  
 Poslovna zgrada

LOKACIJA:  
 Tkalčićeva 19, Zagreb  
 k.č.br. 1660, k.o. Centar

INVESTITOR:  
 Državni ured za reviziju  
 Tkalčićeva 19, Zagreb  
 OIB: 55448281176

PROJEKTANT:  
 Krešimir Tarnik, dipl.ing.građ.  
 HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRADEVINARSTVA  
 Krešimir Tarnik  
 dipl.ing.građ.  
 Ovlašten inženjer građevinarstva  
 G 3556

SURADNICI:  
 Valentino Obajdin, mag.ing.aedif.  
 Monika Bukač, mag.ing.aedif.

FAZA PROJEKTA:  
**PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE**  
 MAPA 1

BROJ TD:	Z.O.P.:	DATUM:
31/05-23	31/05-23	svibanj, 2023.

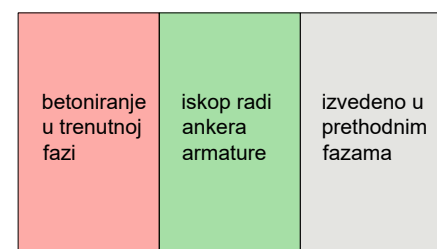
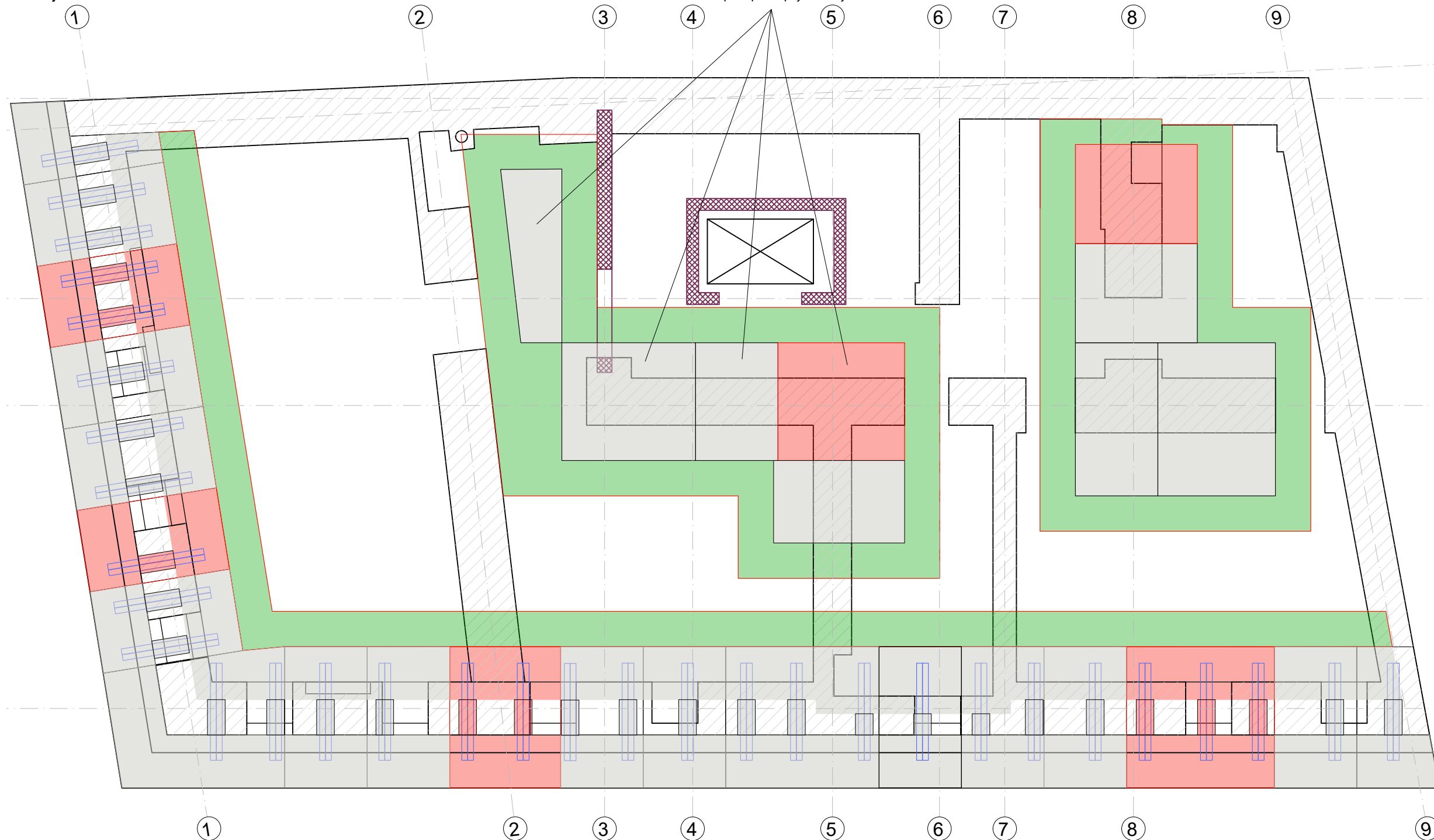
SADRŽAJ LISTA:  
**PLAN POZICIJA**  
 Pojačanje temelja - FAZA 3

FORMAT:	MJERILO:	LIST:	REVIZIJA:
A3+	1:75	6	0

**DISPOZICIJA RJEŠENJA OJAČANJA ZGRADE**

Temelji - FAZA 4

prvo je potrebno izvesti polja oko jezgre kako bi se na nove ploče mogli osloniti podupirači prije rušenja zidova



**U.O.I.G. Tarnik** URED OVLAŠTENOG INŽENJERA  
 GRAĐEVINARSTVA KREŠIMIR TARNIK  
 ZAGREB, VIŠNJICA 29 Višnjica 29, 10000 Zagreb  
 OIB 18177519666

GRADEVINA:  
 Poslovna zgrada

LOKACIJA:  
 Tkalčićeva 19, Zagreb  
 k.č.br. 1660, k.o. Centar

INVESTITOR:  
 Državni ured za reviziju  
 Tkalčićeva 19, Zagreb  
 OIB: 55448281176

PROJEKTANT:  
 Krešimir Tarnik, dipl.ing.građ.  
 HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA  
 Krešimir Tarnik  
 dipl.ing.građ.  
 Ovlašten inženjer građevinarstva  
 G 3556

SURADNICI:  
 Valentino Obajdin, mag.ing.aedif.  
 Monika Bukač, mag.ing.aedif.

FAZA PROJEKTA:  
**PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE**  
 MAPA 1

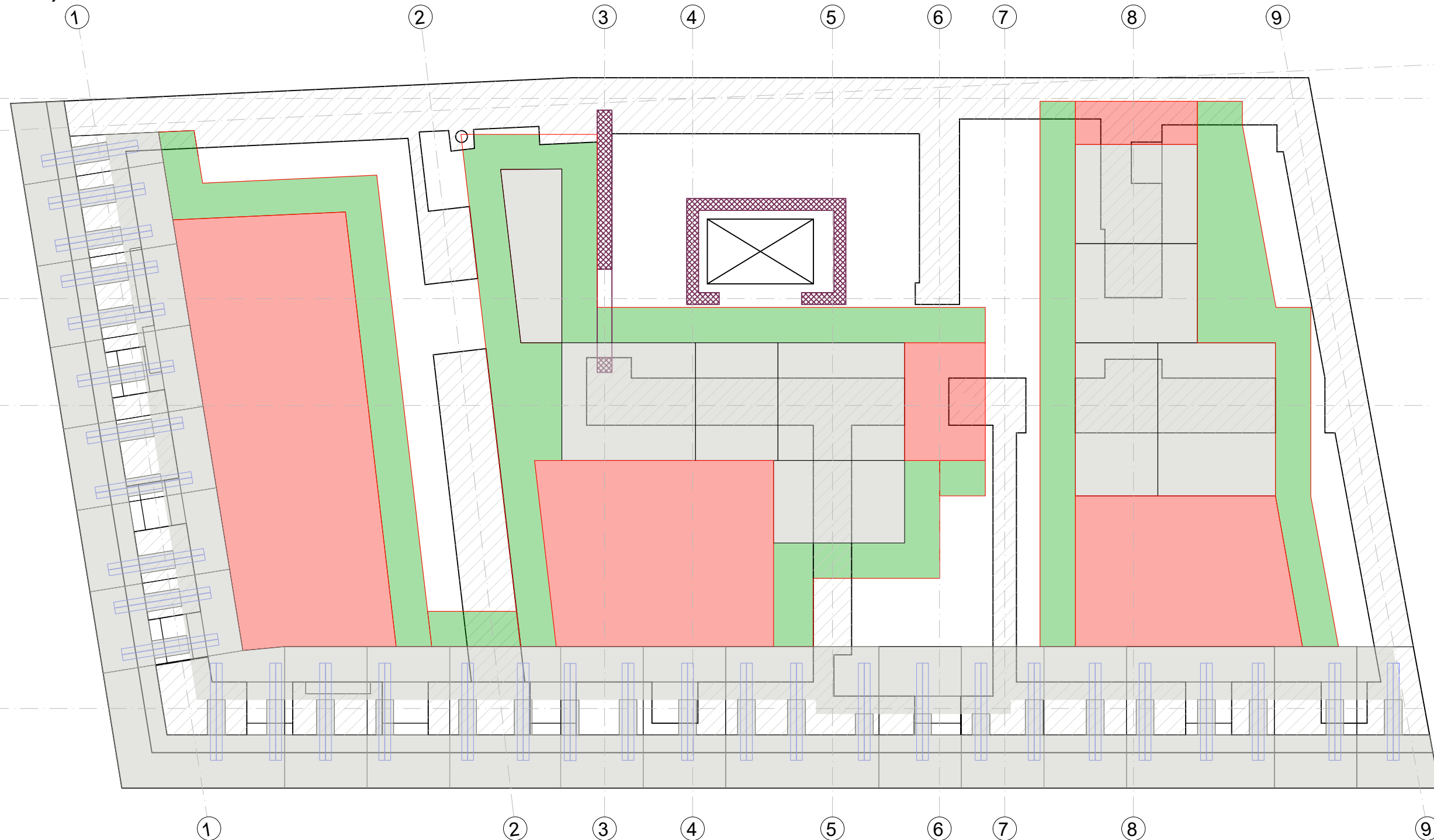
BROJ TD:	Z.O.P.:	DATUM:
31/05-23	31/05-23	svibanj, 2023.

SADRŽAJ LISTA:  
**PLAN POZICIJA**  
 Pojačanje temelja - FAZA 4

FORMAT:	MJERILO:	LIST:	REVIZIJA:
A3+	1:75	7	0

**DISPOZICIJA RJEŠENJA OJAČANJA ZGRADE**

Temelji - FAZA 5



betoniranje u trenutnoj fazi	iskop radi ankera armature	izvedeno u prethodnim fazama
------------------------------	----------------------------	------------------------------

**U.O.I.G. Tarnik** URED OVLAŠTENOG INŽENJERA  
ZAGREB, VIŠNJICA 29 GRAĐEVINARSTVA KREŠIMIR TARNIK  
Višnjica 29, 10000 Zagreb  
OIB 18177519666

GRADEVINA:  
  
Poslovna zgrada

LOKACIJA:  
Tkalčićeva 19, Zagreb  
k.č.br. 1660, k.o. Centar

INVESTITOR:  
Državni ured za reviziju  
Tkalčićeva 19, Zagreb  
OIB: 55448281176

PROJEKTANT:  
Krešimir Tarnik, dipl.ing.građ.  
HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA  
**Krešimir Tarnik**  
dipl.ing.građ.  
Ovlašten inženjer građevinarstva  
G 3556

SURADNICI:  
Valentino Obajdin, mag.ing.aedif.  
Monika Bukač, mag.ing.aedif.

FAZA PROJEKTA:  
**PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE**  
MAPA 1

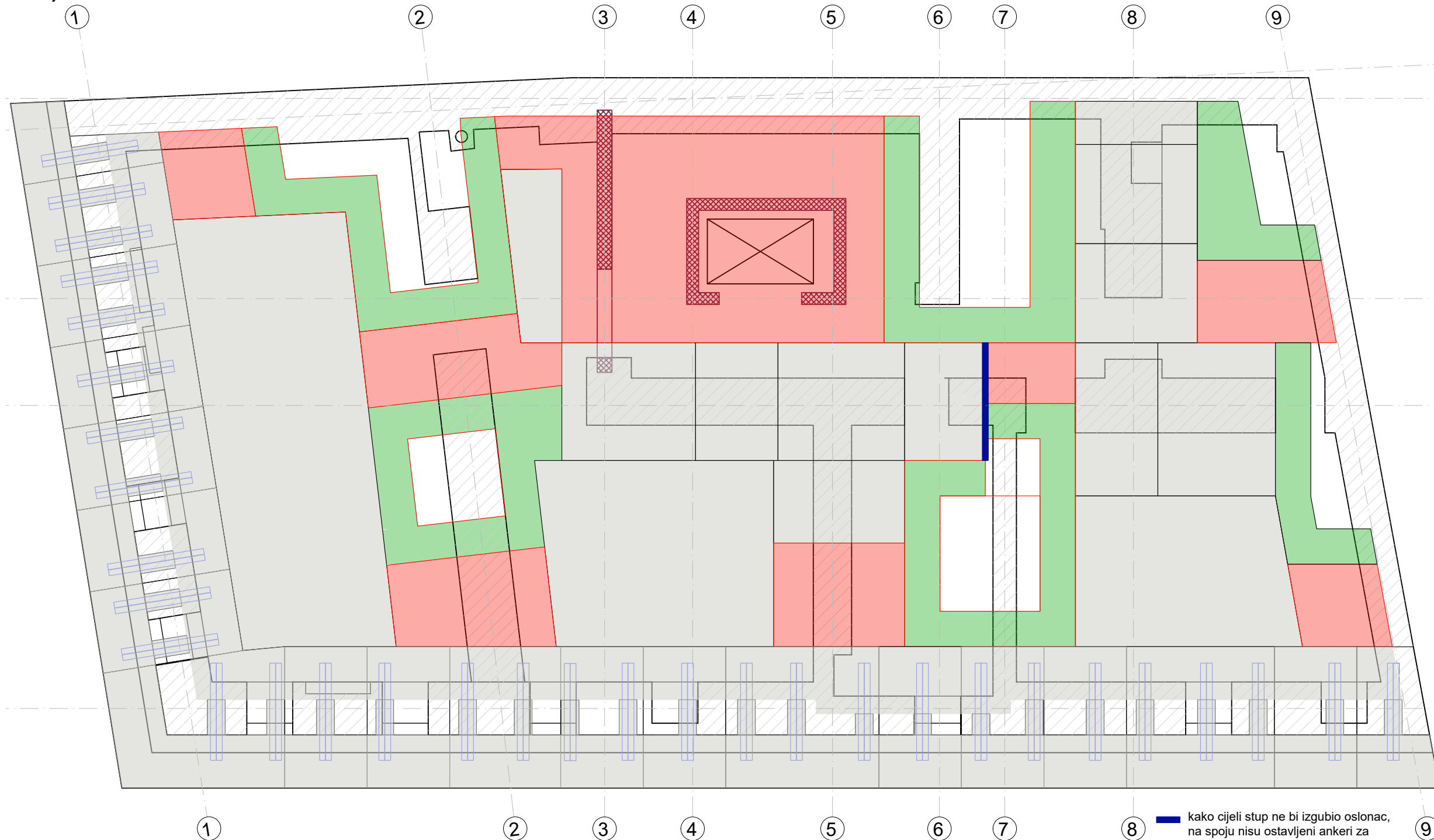
BROJ TD:	Z.O.P.:	DATUM:
31/05-23	31/05-23	svibanj, 2023.

SADRŽAJ LISTA:  
**PLAN POZICIJA**  
Pojačanje temelja - FAZA 5

FORMAT:	MJERILO:	LIST:	REVIZIJA:
A3+	1:75	8	0

**DISPOZICIJA RJEŠENJA OJAČANJA ZGRADE**

Temelji - FAZA 6



— kako cijeli stup ne bi izgubio oslonac, na spoju nisu ostavljeni ankeri za izvedbu sljedeće faze; prilikom izvedbe sljedeće faze potrebno je ubušiti ankere u prethodno izvedenu kampu

betoniranje u trenutnoj fazi	iskop radi ankera armature	izvedeno u prethodnim fazama
------------------------------	----------------------------	------------------------------

**U.O.I.G. Tarnik**  
 ZAGREB, VIŠNJICA 29  
 URED OVLAŠTENOG INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA KREŠIMIR TARNIK  
 Višnjica 29, 10000 Zagreb  
 OIB 18177519666

GRADEVINA:  
 Poslovna zgrada

LOKACIJA:  
 Tkalčićeva 19, Zagreb  
 k.č.br. 1660, k.o. Centar

INVESTITOR:  
 Državni ured za reviziju  
 Tkalčićeva 19, Zagreb  
 OIB: 55448281176

PROJEKTANT:  
 Krešimir Tarnik, dipl.ing.građ.  
 HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA  
 Krešimir Tarnik  
 dipl.ing.građ.  
 Ovlašten inženjer građevinarstva  
 G 3556

SURADNICI:  
 Valentino Obajdin, mag.ing.aedif.  
 Monika Bukač, mag.ing.aedif.

FAZA PROJEKTA:  
**PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE**  
 MAPA 1

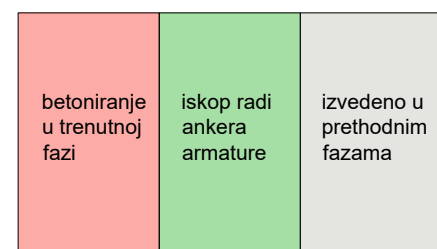
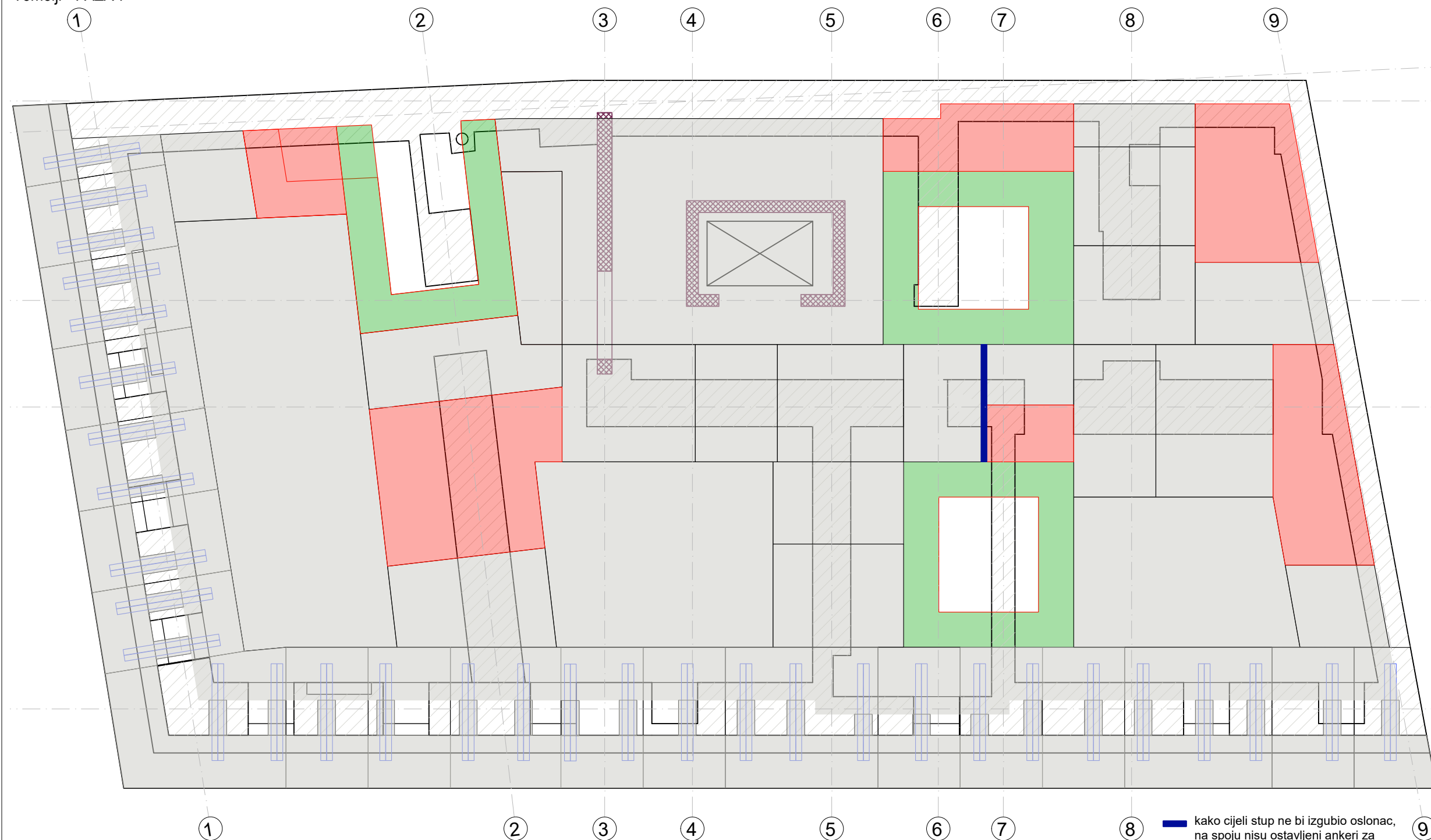
BROJ TD:	Z.O.P.:	DATUM:
31/05-23	31/05-23	svibanj, 2023.

SADRŽAJ LISTA:  
**PLAN POZICIJA**  
 Pojačanje temelja - FAZA 6

FORMAT:	MJERILO:	LIST:	REVIZIJA:
A3+	1:75	9	0

**DISPOZICIJA RJEŠENJA OJAČANJA ZGRADE**

Temelji - FAZA 7



— kako cijeli stup ne bi izgubio oslonac, na spoju nisu ostavljeni ankeri za izvedbu sljedeće faze; prilikom izvedbe sljedeće faze potrebno je ubušiti ankere u prethodno izvedenu kampu

**U.O.I.G. Tarnik** URED OVLAŠTENOG INŽENJERA  
 GRADEVINARSTVA KREŠIMIR TARNIK  
 ZAGREB, VIŠNJICA 29  
 Višnjica 29, 10000 Zagreb  
 OIB 18177519666

GRADEVINA:  
 Poslovna zgrada

LOKACIJA:  
 Tkalčićeva 19, Zagreb  
 k.č.br. 1660, k.o. Centar

INVESTITOR:  
 Državni ured za reviziju  
 Tkalčićeva 19, Zagreb  
 OIB: 55448281176

PROJEKTANT:  
 Krešimir Tarnik, dipl.ing.građ.  
 HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRADEVINARSTVA  
 Krešimir Tarnik  
 dipl.ing.građ.  
 Ovlašten inženjer građevinarstva  
 G 3556

SURADNICI:  
 Valentino Obajdin, mag.ing.aedif.  
 Monika Bukač, mag.ing.aedif.

FAZA PROJEKTA:  
**PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE**  
 MAPA 1

BROJ TD:	Z.O.P.:	DATUM:
31/05-23	31/05-23	svibanj, 2023.

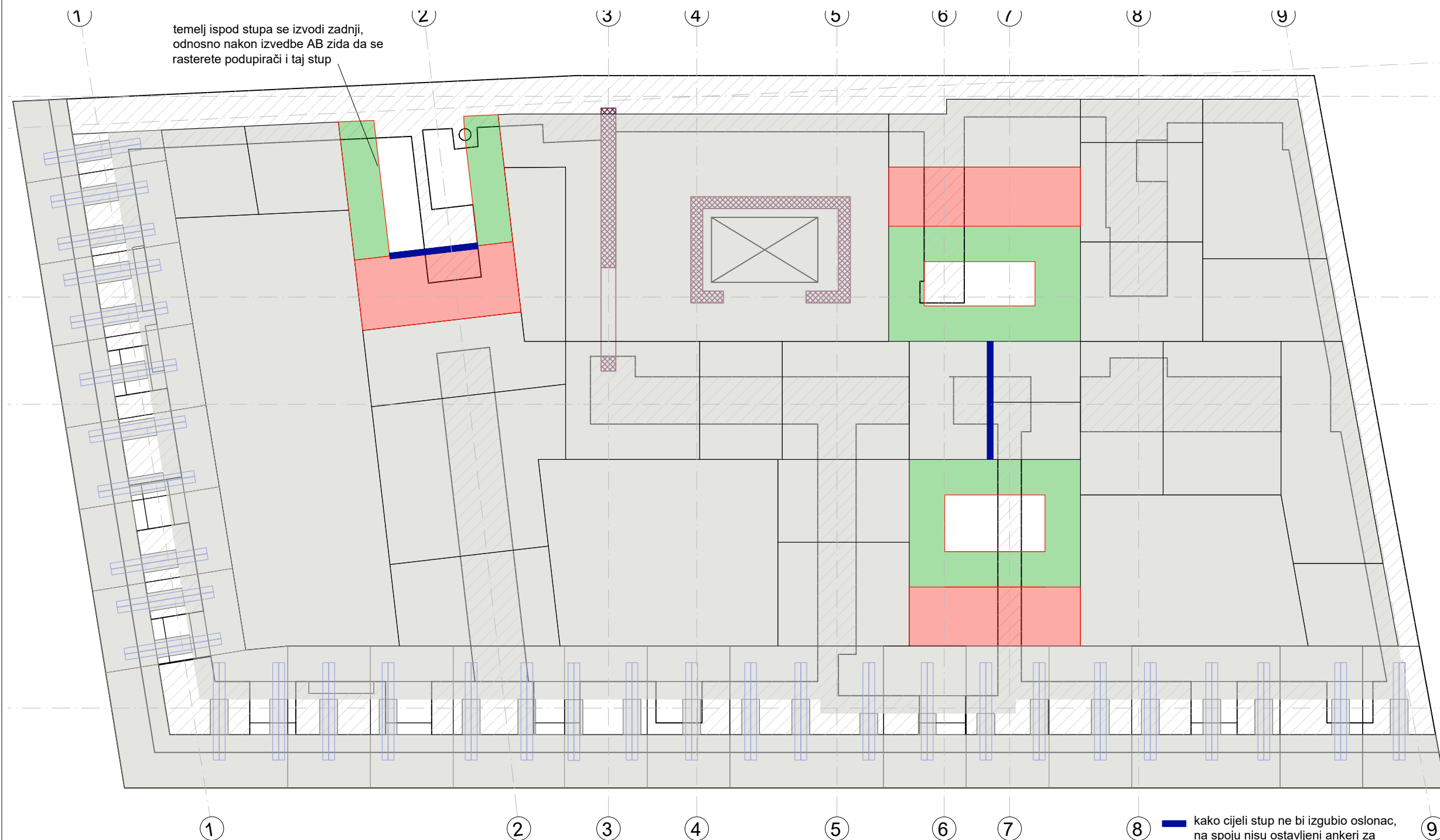
SADRŽAJ LISTA:  
**PLAN POZICIJA**  
 Pojačanje temelja - FAZA 7

FORMAT:	MJERILO:	LIST:	REVIZIJA:
A3+	1:75	10	0



**DISPOZICIJA RJEŠENJA OJAČANJA ZGRADE**

Temelji - FAZA 8

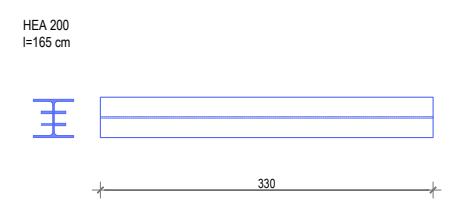
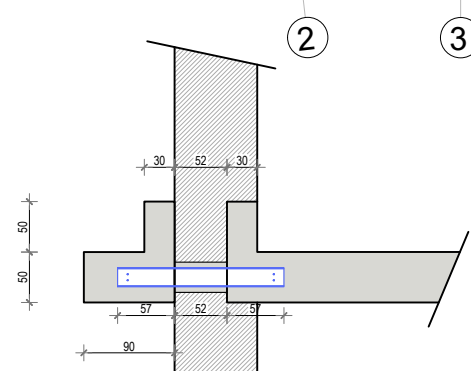
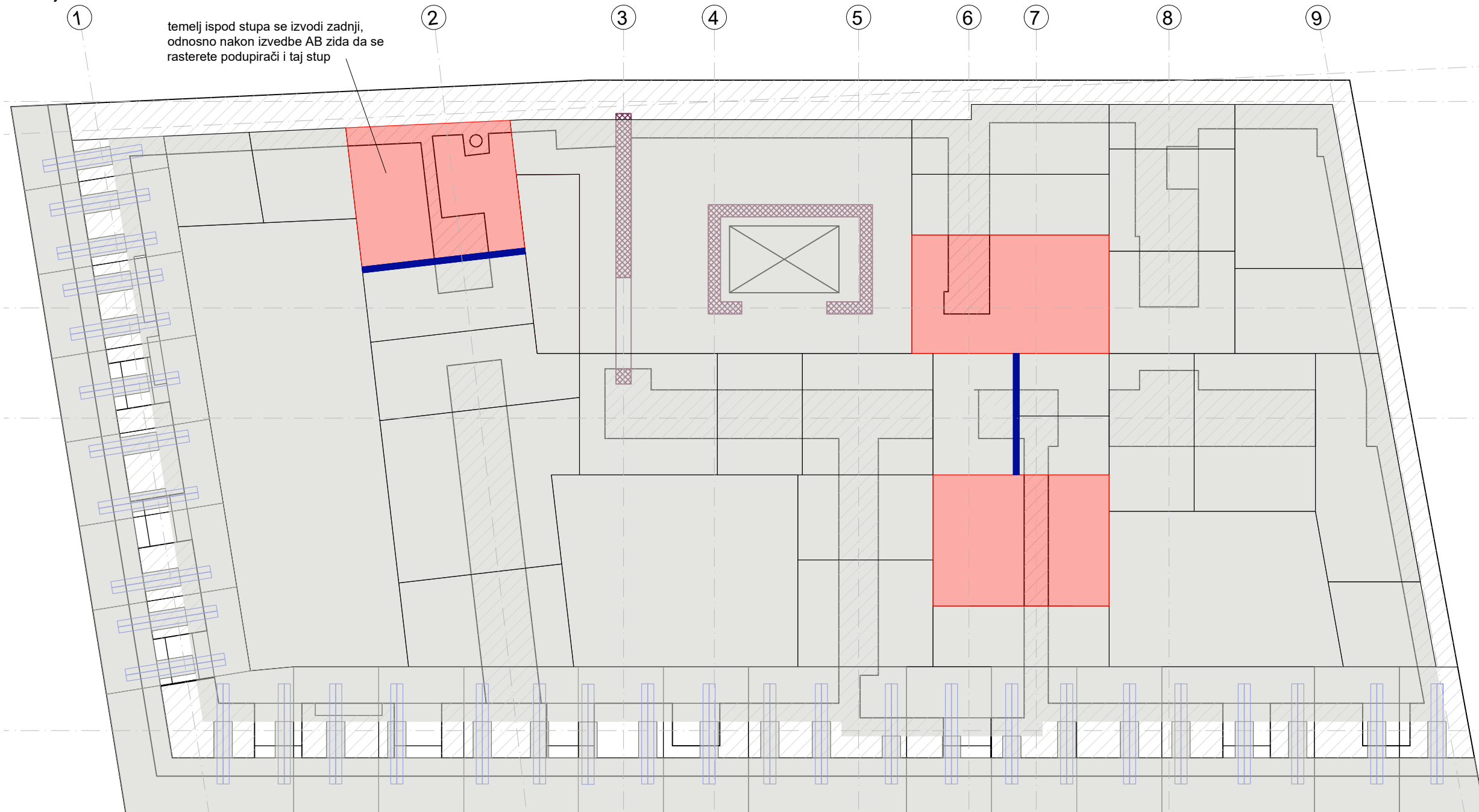


betoniranje u trenutnoj fazi	iskop radi ankera armature	izvedeno u prethodnim fazama
------------------------------	----------------------------	------------------------------

<p><b>U.O.I.G. Tarnik</b> URED OVLAŠTENOG INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA KREŠIMIR TARNIK ZAGREB, VIŠNJICA 29 Višnjica 29, 10000 Zagreb OIB 18177519666</p>			
<p>GRADEVINA:  Poslovna zgrada</p>			
<p>LOKACIJA: Tkalčićeva 19, Zagreb k.č.br. 1660, k.o. Centar</p>			
<p>INVESTITOR:  Državni ured za reviziju Tkalčićeva 19, Zagreb OIB: 55448281176</p>			
<p>PROJEKTANT: Krešimir Tarnik, dipl.ing.građ. HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA <b>Krešimir Tarnik</b> dipl.ing.građ. Ovlašten inženjer građevinarstva G 3556</p>	<p>SURADNICI: Valentino Obajdin, mag.ing.aedif. Monika Bukač, mag.ing.aedif.</p>		
<p>FAZA PROJEKTA: <b>PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE</b> MAPA 1</p>			
BROJ TD:	Z.O.P.:	DATUM:	
31/05-23	31/05-23	svibanj, 2023.	
<p>SADRŽAJ LISTA: <b>PLAN POZICIJA</b> Pojačanje temelja - FAZA 8</p>			
FORMAT:	MJERILO:	LIST:	REVIZIJA:
A3+	1:75	11	0

**DISPOZICIJA RJEŠENJA OJAČANJA ZGRADE**

Temelji - FAZA 9



**U.O.I.G. Tarnik** URED OVLAŠTENOG INŽENJERA  
 ZAGREB, VIŠNJICA 29 GRAĐEVINARSTVA KREŠIMIR TARNIK  
 Višnjica 29, 10000 Zagreb  
 OIB 18177519666

GRADEVINA:  
 Poslovna zgrada

LOKACIJA:  
 Tkalčićeva 19, Zagreb  
 k.č.br. 1660, k.o. Centar

INVESTITOR:  
 Državni ured za reviziju  
 Tkalčićeva 19, Zagreb  
 OIB: 55448281176

PROJEKTANT:  
 Krešimir Tarnik, dipl.ing.građ.  
 HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA  
 Krešimir Tarnik  
 dipl.ing.građ.  
 Ovlašten inženjer građevinarstva  
 G 3556

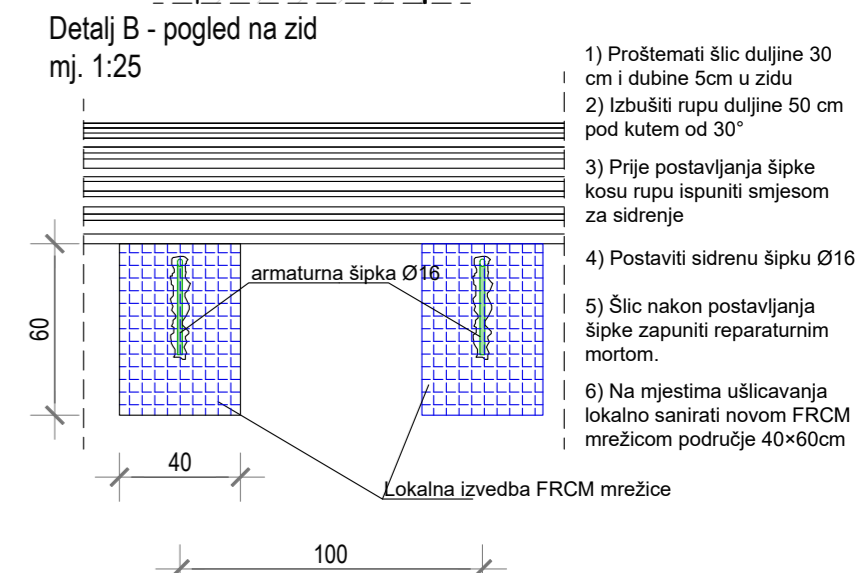
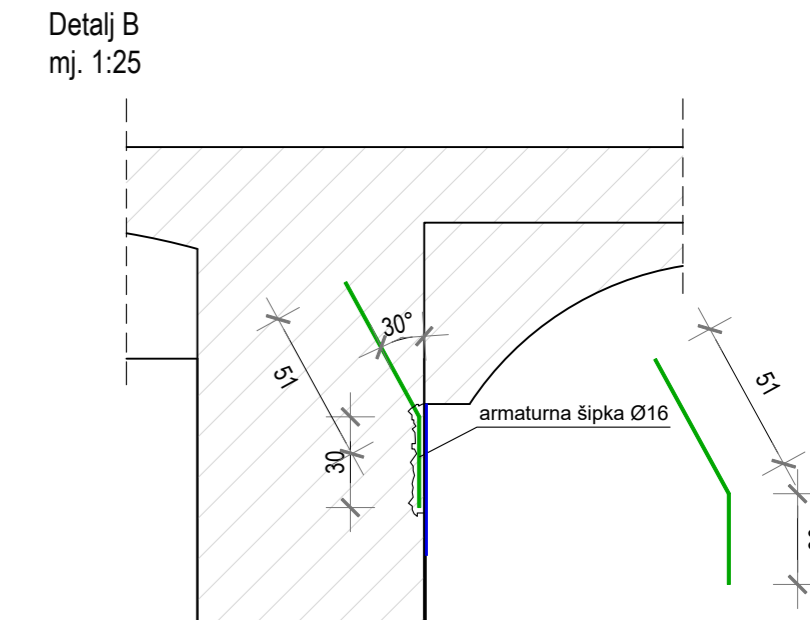
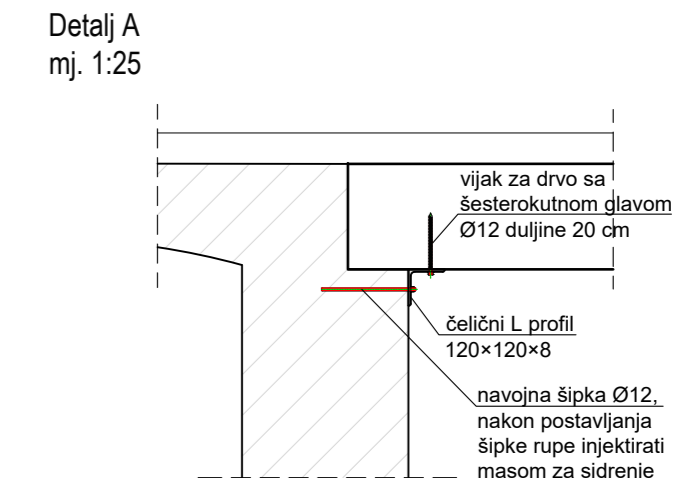
SURADNICI:  
 Valentino Obajdin, mag.ing.aedif.  
 Monika Bukač, mag.ing.aedif.

FAZA PROJEKTA:  
**PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE**  
 MAPA 1

BROJ TD:	Z.O.P.:	DATUM:
31/05-23	31/05-23	svibanj, 2023.

SADRŽAJ LISTA:  
**PLAN POZICIJA**  
 Pojačanje temelja - FAZA 9

FORMAT:	MJERILO:	LIST:	REVIZIJA:
A3+	1:75	12	0



**U.O.I.G. Tarnik**  
 ZAGREB, VIŠNJICA 29

URED OVLAŠTENOG INŽENJERA GRADEVINARSTVA KREŠIMIR TARNIK  
 Višnjica 29, 10000 Zagreb  
 OIB 18177519666

GRADEVINA:  
 Poslovna zgrada

LOKACIJA:  
 Tkalčićeva 19, Zagreb  
 k.č.br. 1660, k.o. Centar

INVESTITOR:  
 Državni ured za reviziju  
 Tkalčićeva 19, Zagreb  
 OIB: 55448281176

PROJEKTANT:  
 Krešimir Tarnik, dipl.ing.grad.  
 HRVATSKA KOHOBRA INŽENJER GRADEVINARSTVA  
 Krešimir Tarnik  
 dipl. ing. grad.  
 Ovlašten inženjer građevinarstva  
 G 3556

SURADNICI:  
 Valentino Obajdin, mag.ing.aedif.  
 Monika Bukač, mag.ing.aedif.

FAZA PROJEKTA:  
**PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE**  
 MAPA 1

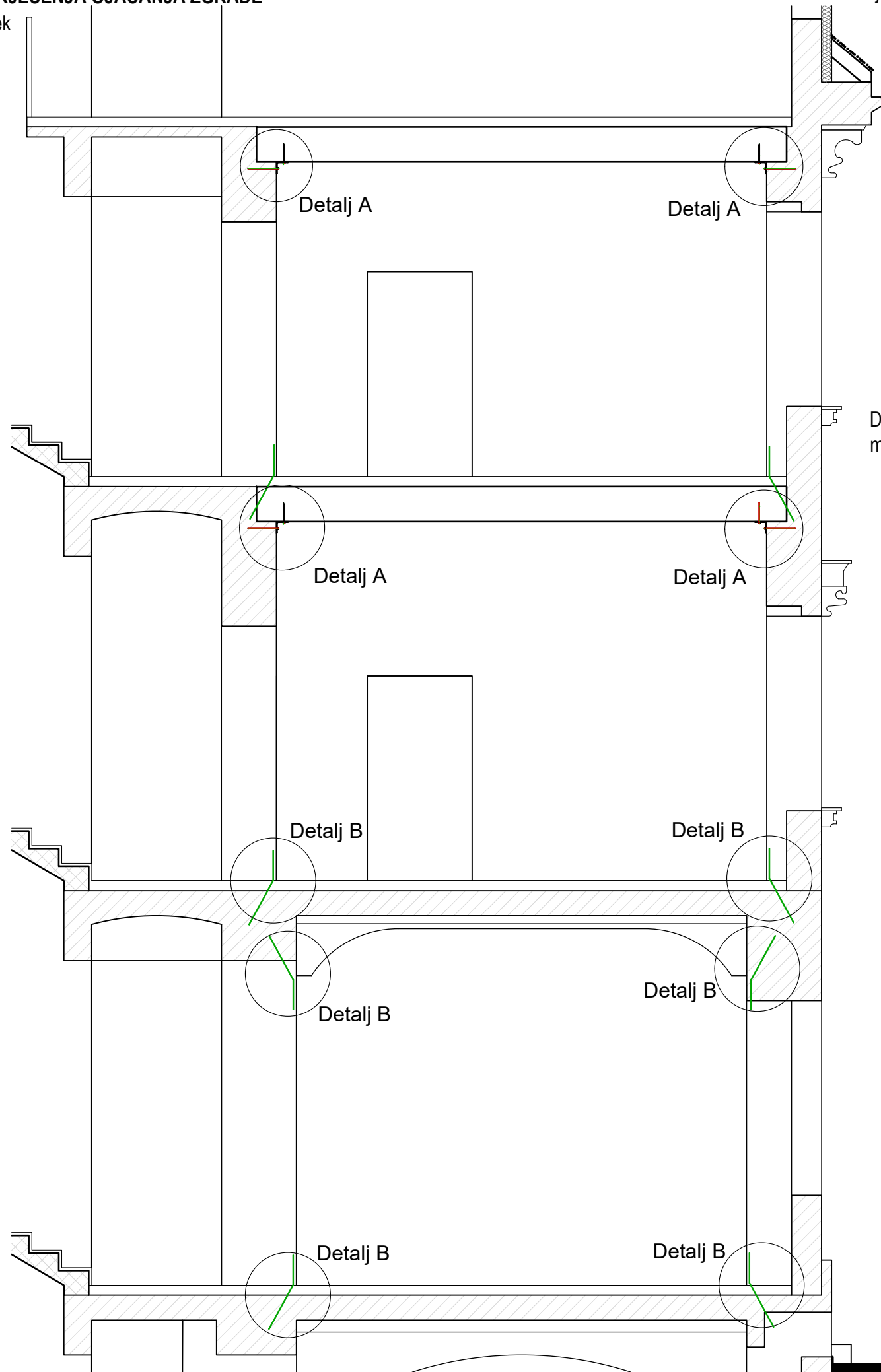
BROJ TD:	Z.O.P.:	DATUM:
31/05-23	31/05-23	svibanj, 2023.

SADRŽAJ LISTA:  
**PLAN POZICIJA**  
 Povezivanje ojačanih zidova po vertikalni

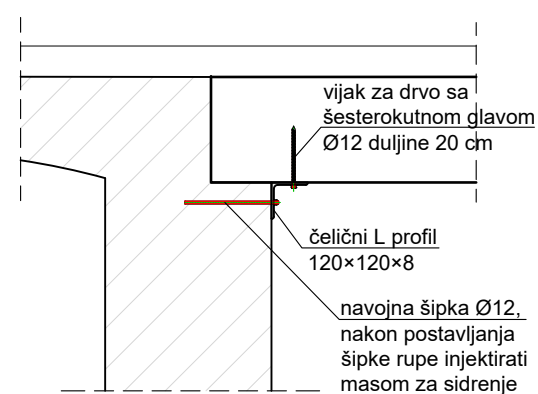
FORMAT:	MJERILO:	LIST:	REVIZIJA:
A2	1:50, 1:25	13	0

**DISPOZICIJA RJEŠENJA OJAČANJA ZGRADE**

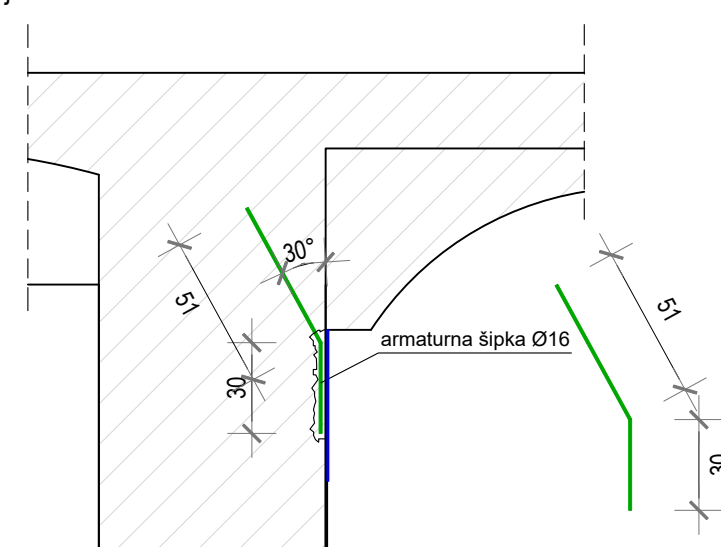
Poprečni presjek



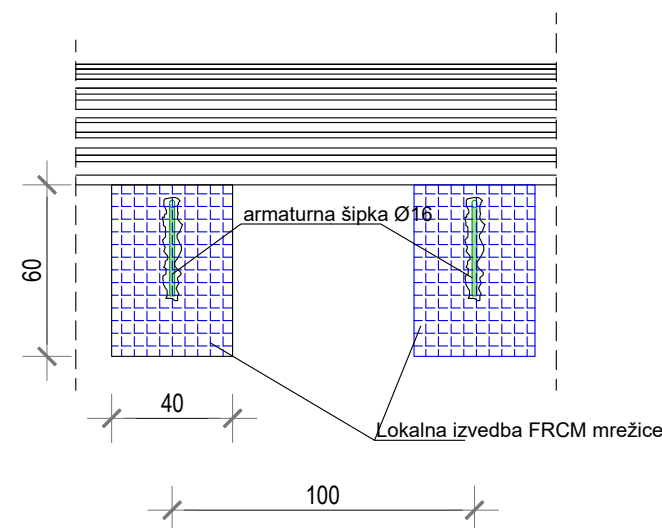
Detalj A  
mj. 1:25



Detalj B  
mj. 1:25



Detalj B - pogled na zid  
mj. 1:25



- 1) Proštemati šlic duljine 30 cm i dubine 5cm u zidu
- 2) Izbušiti rupu duljine 50 cm pod kutem od 30°
- 3) Prije postavljanja šipke kosu rupu ispuniti smjesom za sidrenje
- 4) Postaviti sidrenu šipku Ø16
- 5) Šlic nakon postavljanja šipke zapuniti reparaturnim mortom.
- 6) Na mjestima ušlicavanja lokalno sanirati novom FRGM mrežicom područje 40x60cm

<p><b>U.O.I.G. Tarnik</b> ZAGREB, VIŠNJICA 29</p>		<p>URED OVLAŠTENOG INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA KREŠIMIR TARNIK Višnjica 29, 10000 Zagreb OIB 18177519666</p>	
<p>GRAĐEVINA:  Poslovna zgrada</p>		<p>LOKACIJA: Tkalčičeva 19, Zagreb k.č.br. 1660, k.o. Centar</p>	
<p>INVESTITOR:  Državni ured za reviziju Tkalčičeva 19, Zagreb OIB: 55448281176</p>		<p>PROJEKTANT: Krešimir Tarnik, dipl.ing.građ. HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA <b>Krešimir Tarnik</b> dipl.ing.građ. Ovlašten inženjer građevinarstva G 3556</p>	
<p>FAZA PROJEKTA: <b>PROJEKT OBNOVE KONSTRUKCIJE ZGRADE MAPA 1</b></p>		<p>SURADNICI: Valentino Obajdin, mag.ing.aedif. Monika Bukač, mag.ing.aedif.</p>	
<p>BROJ TD: 31/05-23</p>	<p>Z.O.P.: 31/05-23</p>	<p>DATUM: svibanj, 2023.</p>	
<p>SADRŽAJ LISTA: <b>PLAN POZICIJA</b> Povezivanje ojačanih zidova po vertikali</p>			
<p>FORMAT: A3</p>	<p>MJERILO: 1:50</p>	<p>LIST: 13</p>	<p>REVIZIJA: 0</p>