STUDIO
ARHING

D.O.O. ZA PROJEKTIRANJE I INŽENJERING POSLOVE U GRADITELJSTVU | ĆIRE TRUHELKE 49, ZAGREB | T: 3772 480 | INFO@STUDIO-ARHING.COM | OIB: 17870151363

INVESTITOR

Grad Hvar
Milana Kukurina 2
21450 Hvar
OIB 01250166084

GRAĐEVINA

Gradske zidine – Hvar
na k.č. *165 i *166, k.o. Hvar
Sanacija istočnog dijela zidina i kule

NAZIV PROJEKTA

PROJEKT STATIČKE SANACIJE GRADSKIH ZIDINA – ISTOČNI DIO I KULA

FAZA PROJEKTA

GLAVNO-IZVEDBENI PROJEKT

OZNAKA PROJEKTA

14/24

STRUKOVNA ODREDNICA PROJEKTA

GRAĐEVINSKI - KONSTRUKCIJA

PROJEKTANT

Juraj Pojatina, dipl.ing.građ., G3870

David Anđić, mag.ing.aedif.
Dunja Barić, mag.ing.aedif.
Monika Pranjić, mag.ing.aedif.
Ivan Manović, mag.ing.aedif.
Renato Gulić, mag.ing.aedif.

DIREKTOR

Juraj Pojatina, dipl.ing.građ.

MJESTO

Zagreb

DATUM

veljača 2024.

S A D R Ž A J

PROJEKT STATIČKE SANACIJE GRADSKIH ZIDINA – ISTOČNI DIO I KULA

I. OPĆI DIO 3
1.1 Izvadak iz sudskog registra 4
1.2 Rješenje o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva 9
1.3 Dopuštenje za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara 11
II. TEHNIČKI DIO 13
1 Tehnički opis 14
1.1 Uvod 14
1.2 Postojeće stanje 16
1.3 Tehnički dio 18
2 Program kontrole i osiguranja kvalitete 20
2.1 Opći podaci i definicije 20
2.2 Betonski i armiranobetonski radovi 21
2.3 Čelična konstrukcija 32
2.4 Nadzor 35
2.5 Mjere u slučaju nesukladnosti 36
3 Vizualni pregled i fotodokumentacija 37
3.1 Krunište 37
3.2 Kula 45
3.3 Zid 47
4 Istražni radovi 50
5 Zahvati pojačanja i popravka gradskih zidina 56
6 Proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti kamenih zidina 57
6.1 Analiza opterećenja 58
6.1.1 Vlastita težina 58
6.1.2 Opterećenje zemljom 58
6.1.3 Opterećenje potresom 65
6.2 Proračun zida za granično stanje nosivosti 66
6.2.1 Ulazni podaci 66
6.2.2 Analiza deformacija 69
6.2.3 Analiza naprezanja 71
6.2.4 Proračun stabilnosti zida na horizontalno statičko djelovanje zemlje (EQU) 72

6.3 Proračun zida za seizmičku kombinaciju djelovanja 73
6.3.1 Ulazni podaci 73
6.3.2 Modalna analiza....77
6.3.3 Potresna analiza 79
6.3.4 Pushover +Y za PP 95 80
6.3.5 Pushover +Y za PP 475 86
6.3.6 Zaključak....91
6.4 Proračun kamenih kruna zidina za seizmičku kombinaciju djelovanja....92
6.5 Proračun kamenih kruna kule za seizmičku kombinaciju djelovanja....93
III. TROŠKOVNIČKA SPECIFIKACIJA....94
IV. GRAFIČKI DIO 103

I. OPĆI DIO

1.1 Izvadak iz sudskog registra

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

Elektronički zapis
Datum: 28.03.2023

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:
080059522

OIB:
17870151363

EUID:
HRSR.080059522

TVRTKA:
1 STUDIO ARHING društvo s ograničenom odgovornošću za inženjering poslove u građevinarstvu

1 STUDIO ARHING d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:
6 Zagreb (Grad Zagreb)
Ulica Ćire Truhelke 49

ADRESA ELEKTRONIČKE POŠTE:
9 juraj@studio-arhing.com

PRAVNI OBLIK:
1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

1	22.2	- Tiskarska djelatnost i s njom povezane usluge
1	22.33	- Umnožavanje računalnih (kompjutorskih) zapisa
1	45.5	- Iznajm. građ. strojeva i opr. s rukovateljem
1	51	- Trgovina na veliko i posredovanje u trgovini, osim trgovine motornim vozilima i motociklima
1	52.1	- Trgovina na malo u nespecijaliziranim prod.
1	60.23	- Ostali prijevoz putnika cestom
1	60.24	- Prijevoz robe (tereta) cestom
1	63.40	- Djelatnost ostalih agencija u prometu
1	70.3	- Poslovanje nekret., uz naplatu ili po ugovoru
1	71.32	- Iznajmljivanje strojeva i opreme za građevin.
1	72.3	- Obrada podataka
1	73.1	- Istraž. i raz. u prir., tehn. i tehnol. znan.
1	74.13	- Istraživanje tržišta i ispit. javnog mnijenja
1	74.2	- Arhitektonske i inženj. djel. i tehn. savjet.
1	74.3	- Tehničko ispitivanje i analiza
1	74.4	- Promidžba (reklama i propaganda)
1	*	- stručni poslovi prostornog uređenja, iizrada dokumenata pprostornog uređenja i stručne podloge za izdavanje lokacijskih dozvola
1	*	- građenje, projektiranje i nadzor
1	*	- instalacijski i završni radovi u građevinarstvu
1	*	- računovodstveni i knjigovodstveni poslovi
1	*	- izvođenje investicijskih radova u inozemstvu i

Izrađeno: 2023-03-28 14:39:44 D004
Podaci od: 2023-03-28 Stranica: 1 od 5

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

Elektronički zapis
Datum: 28.03.2023

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PREDMET POSLOVANJA:

```
                    ustupanje investicijskih radova stranoj osobi u
                    zemlji
     1  *          - međunarodni prijevoz robe i putnika u cestovnom
                    prometu
     1  *          - međunarodno otpremništvo
     1  *          - turistički poslovi s inozemstvom
     1  *          - zastupanje stranih tvrtki
     6  *          - kupnja i prodaja robe
     6  *          - obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i
                    inozemnom tržištu
     6  *          - održavanje i popravak motornih vozila
     6  *          - prekrcaj tereta i skladištenje
     6  *          - izvođenje instalacijskih radova u inozemstvu
     6  *          - pripremanje hrane i pružanje usluga prehrane,
                    pripremanje i usluživanje pićem i napitcima
     6  *          - turističke usluge u nautičkom turizmu
     6  *          - turističke usluge u ostalim oblicima turističke
                    ponude
     6  *          - ostale turističke usluge
     6  *          - turističke usluge koje uključuju športsko-rekreativne
                    ili putoslovne aktivnosti
```

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

```
    11  Juraj Pojatina, OIB: 91759379755
        Zagreb, Putine 23A
    11    - član društva

    11  David Anđić, OIB: 55851712103
        Zagreb, Zvonigradska ulica 33
    11    - član društva
```

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

```
     8  JURAJ POJATINA, OIB: 91759379755
        Zagreb, PUTINE 23A
     7    - direktor
     7      - zastupa društvo pojedinačno i samostalno od dana
            17.04.2012.godine
```

TEMELJNI KAPITAL:

```
     6  352.100,00 kuna / 46.731,70 euro (fiksni tečaj konverzije 7.53450)

        Napomena:
        Iznos temeljnog kapitala informativno je prikazan u euru i ne
        utječe na prava i obveze društva niti članova društva.
        Društva su u obvezi temeljni kapital uskladiti sukladno Zakonu o
        izmjenama Zakona o trgovačkim društvima ("Narodne novine" broj
        114/22.).
```

Izrađeno: 2023-03-28 14:39:44 D004
Podaci od: 2023-03-28 Stranica: 2 od 5

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

Elektronički zapis
Datum: 28.03.2023

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PRAVNI ODNOSI:
Osnivački akt:

1 Ugovor o osnivanju društva s ograničenom odgovornošću od 19. ožujka 1991. godine izmjenjen Društvenim ugovorom o usklađenju sa Zakonom o trgovačkim društvima 02. listopada 1995. godine.
2 Odlukom Uprave od 28. 11. 1997. godine izmjenjen je Društveni ugovor o usklađenju društva sa ZTD-om i to članak 7. odredba o temeljnom kapitalu.
3 Odlukama članova Društva od 7. siječnja 1999. godine izvršene su izmjene čl. 4 o sjedištu društva, članaka 6 i 8 o ovlasti uprave, članaka 7.11.4 i 15 o poslovnim udjelima i dijeljenju poslovnih udjela Društvenog ugovora od 28. studenog 1997. godine te je pročišćeni tekst Društvenog ugovora od 7. siječnja 1999. godine dostavljen sudu i uložen u zbirku isprava.
4 Društveni ugovor od 07.01.1999. stavljen van snage Odlukom Skupštine od 03.10.2002. promijenila oblik u Izjavu te u Pročišćenom tekstu od 03.10.2002. dostavljen sudu i uložen u zbirku isprava.
6 odlukom jedinog člana društva kao Skupštine društva od dana 23. travnja 2008. godine Izjava od 03. listopada 2002. godine čiji se pročišćeni tekst nalazi pohranjen u zbirci isprava sudskog registra Trgovačkog suda u Zagrebu stavljena je u cijelosti izvan snage i zamjenjena potpuno novim tekstom Izjave od 23. travnja 2008. godine koja se dostavlja sudu za zbirku isprava.
7 Odlukom članova društva od 17.04.2012.god. promijenjene su odredbe Izjave od 23.04.2008.god. i to u čl. 4. - odredba o članovima društva i poslovnim udjelima i u cijelosti se mijenja i preoblikuje u Društveni ugovor od 17.04.2012.god., koji se dostavlja u zbirku isprava.
10 Odlukom člana društva od 27.07.2021. godine, Društveni ugovor od 17.04.2012. godine u cijelosti je izmijenjen i zamijenjen Društvenim ugovorom od 27.07.2021. godine, koji se dostavlja sudu i ulaže u zbirku isprava.

Promjene temeljnog kapitala:

2 Odlukom osnivača od 27. 11. 1997. godine povećan je temeljni kapital društva sa 3.300,00 kn za 30.000,00 kn na 33.300,00 kn.
5 Zbog provedbe pripajanja ovom društvu društva STUDIO STRUKTURA d.o.o. Zagreb, Klaićeva 48, temeljni kapital društva povećan je sa iznosa od 33.300,00 kn za iznos visine temeljnog kapitala pripojenog društva odnosno za iznos od 18.800,00 kn na iznos od 52.100,00 kn.
6 Odlukom jedinog člana društva kao Skupštine društva od 23. travnja 2008. godine povećan je temeljni kapital društva sa iznosa od 52.100,00 kn za iznos od 300.000,00 kn na iznos od 352.100,00 kn, pretvaranjem rezervi društva u temeljni kapital.

Statusne promjene: subjektu upisa pripojen drugi

5 Ovom društvu pripojeno je društvo STUDIO STRUKTURA d.o.o., sa sjedištem u Zagrebu, Klaićeva 48, upisano u sudski registar Trgovačkog suda u Zagrebu u registarski uložak s matičnim brojem

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

Elektronički zapis
Datum: 28.03.2023

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PRAVNI ODNOSI:
Statusne promjene: subjektu upisa pripojen drugi subjekta upisa MBS 080028751, temeljem Ugovora o pripajanju od 23. travnja 2008.godine, te Odluka članova kao skupštine ovog društva i pripojenog društva od istog dana.
Članovi društva odrekli su se prava na tužbu radi pobijanja odluke o pripajanju.

OSTALI PODACI:
1 Subjekt upisan kod Trgovačkog suda u Zagrebu na reg.ul. 1-14062
5 Ovime se obavještavaju i upozoravaju vjerovnici društava koja sudjeluju u pripajanju i daje im se osiguranje da mogu tražiti da im se podmiri tražbina u roku od šest mjeseci od objavljivanja upisa pirpanja u sudski registar, a sve u skladu sa odredbom članka 523. ZTD-a. To pravo imaju vjerovnici društva STUDIO ARHING d.o.o. samo onda ako mogu dokazati da je pripajanjem društva ugroženo ispunjenje njihovih tražbina.

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

	Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	27.04.22	2021	01.01.21 - 31.12.21	GFI-POD izvještaj

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU	Tt	Datum	Naziv suda
0001	Tt-95/2819-2	15.05.1996	Trgovački sud u Zagrebu
0002	Tt-97/6067-4	19.10.1998	Trgovački sud u Zagrebu
0003	Tt-99/44-2	22.03.1999	Trgovački sud u Zagrebu
0004	Tt-02/7191-2	17.10.2002	Trgovački sud u Zagrebu
0005	Tt-08/5718-2	27.05.2008	Trgovački sud u Zagrebu
0006	Tt-08/5720-2	12.06.2008	Trgovački sud u Zagrebu
0007	Tt-12/6984-2	26.04.2012	Trgovački sud u Zagrebu
0008	Tt-19/13094-1	28.03.2019	Trgovački sud u Zagrebu
0009	Tt-20/17302-2	21.07.2020	Trgovački sud u Zagrebu
0010	Tt-21/35012-2	03.08.2021	Trgovački sud u Zagrebu
0011	Tt-21/51404-2	22.11.2021	Trgovački sud u Zagrebu
eu	/	30.06.2009	elektronički upis
eu	/	30.06.2010	elektronički upis
eu	/	16.06.2011	elektronički upis
eu	/	26.06.2012	elektronički upis
eu	/	18.06.2013	elektronički upis
eu	/	27.06.2014	elektronički upis
eu	/	31.03.2015	elektronički upis
eu	/	04.04.2016	elektronički upis
eu	/	28.04.2017	elektronički upis

Izrađeno: 2023-03-28 14:39:44 D004
Podaci od: 2023-03-28 Stranica: 4 od 5

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

Elektronički zapis
Datum: 28.03.2023

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU	Tt	Datum	Naziv suda
eu	/	27.04.2018	elektronički upis
eu	/	29.04.2019	elektronički upis
eu	/	06.05.2020	elektronički upis
eu	/	07.05.2021	elektronički upis
eu	/	27.04.2022	elektronički upis

Sudska pristojba po Tbr. 29. st. 3. Uredbe o tarifi sudskih pristojbi (NN br. 53/19 i 92/21), za izvadak iz sudskog registra u iznosu od 0.66 EUR naplaćena je elektroničkim putem.

Ova isprava je u digitalnom obliku elektronički potpisana certifikatom:
CN=sudreg, L=ZAGREB,
O=MINISTARSTVO PRAVOSUĐA I UPRAVE HR72910430276, C=HR

Broj zapisa: 00sOo-dG6vn-YxULb-ecdSI-xLXww
Kontrolni broj: pu9Np-Qx8Zt-soTfy-xpvt0

Skeniranjem ovog QR koda možete provjeriti točnost podataka.
Isto možete učiniti i na web stranici
http://sudreg.pravosudje.hr/registar/kontrola_izvornika/ unosom gore navedenog broja zapisa i kontrolnog broja dokumenta.
U oba slučaja sustav će prikazati izvornik ovog dokumenta. Ukoliko je ovaj dokument identičan prikazanom izvorniku u digitalnom obliku, Ministarstvo pravosuđa i uprave potvrđuje točnost isprave i stanje podataka u trenutku izrade izvatka.
Provjera točnosti podataka može se izvršiti u roku tri mjeseca od izdavanja isprave.

Izrađeno: 2023-03-28 14:39:44 D004
Podaci od: 2023-03-28 Stranica: 5 od 5

1.2 Rješenje o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva

REPUBLIKA HRVATSKA

HRVATSKA KOMORA ARHITEKATA
I INŽENJERA U GRADITELJSTVU

Klasa: UP/I-360-01/07-01/ 3870
Urbroj: 314-02-07-1
Zagreb, 27. siječnja 2007. godine

Na temelju članka 24. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), te na temelju Odluke i nacrta Rješenja Odbora za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva od 24.01.2007. godine, koji je rješavao po Zahtjevu za upis POJATINA JURAJA, dipl.ing.građ., ZAGREB, BOLNIČKA CESTA 63, predsjednik Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu donosi i potpisuje

RJEŠENJE

1. U **Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva** upisuje se **POJATINA JURAJ**, dipl.ing.građ., ZAGREB, pod rednim brojem **3870**, s danom upisa **24.01.2007**. godine.

2. Upisom u **Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva**, POJATINA JURAJ, dipl.ing.građ., stječe pravo na uporabu strukovnog naziva **"ovlašteni inženjer građevinarstva"** i pravo na obavljanje stručnih poslova temeljem članka 25. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a u svezi s člankom 4. stavkom 1., 4. i 5. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu, te ostala prava i dužnosti sukladno posebnim propisima.

3. Ovlašteni inženjer građevinarstva poslove iz točke 2. ovoga Rješenja dužan je obavljati stvarno i stalno, te sukladno temeljnim načelima i pravilima struke koje treba poštivati ovlašteni inženjer građevinarstva.

4. Ovlaštenom inženjeru građevinarstva Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu izdaje **"inženjersku iskaznicu"** i **"pečat"**, koji su trajno vlasništvo Komore.

5. Ovlašteni inženjer građevinarstva dobiva posredstvom Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu policu osiguranja od profesionalne odgovornosti od odabranog osiguravatelja. Polica se izdaje za razdoblje od godinu dana i obnavlja svake godine. Premija osiguranja uračunata je u članarinu.

6. Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je plaćati Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu članarinu i ostala davanja koja utvrde tijela Komore i Razreda, osim u slučaju mirovanja članstva, te pri prestanku članstva u Komori podmiriti sve dospjele financijske obveze prema istima.

4

2

Obrazloženje

POJATINA JURAJ, dipl.ing.građ., podnio je Zahtjev za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva.

Odbor za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva proveo je na sjednici održanoj 24.01.2007. godine postupak razmatranja dostavljenog potpunog Zahtjeva imenovanog, te je temeljem članka 24. stavka 2. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), a u svezi s člankom 5. stavkom 2. i člankom 22. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), donio Odluku i nacrt Rješenja o upisu imenovanog u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva. Nacrt Rješenja dostavljen je na potpis predsjedniku Komore.

Ovlašteni inženjer građevinarstva stekao je pravo na obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja prema članku 49. Zakona o gradnji ("Narodne novine", br. 175/03 i 100/04) i članku 4. stavku 1. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), u svojstvu odgovorne osobe upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu i to pravo mu traje dok traje polica osiguranja od profesionalne odgovornosti, odnosno do izricanja stegovne kazne iz članka 30. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), a u svezi s člankom 4. stavkom 4. i 5. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05).

Ovlašteni inženjer građevinarstva, osim u slučaju mirovanja članstva, dobiva posredstvom Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu policu osiguranja od profesionalne odgovornosti od odabranog osiguravatelja. Polica se izdaje za razdoblje od godinu dana i obnavlja svake godine. Premija osiguranja uračunata je u članarinu.

Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva imenovani je stekao pravo na "pečat" i "inženjersku iskaznicu" koje mu izdaje Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a koji su trajno vlasništvo Komore temeljem članka 4. stavka 2. i 3. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05).

Sva prethodno navedena prava obvezuju ovlaštenog inženjera građevinarstva na redovno i uredno plaćanje članarine u skladu s člankom 31. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05).

Ovlašteni inženjer građevinarstva može poslove projektiranja i/ili stučnog nadzora građenja prema članku 51., 52., 53. i 55. Zakona o gradnji ("Narodne novine", br. 175/03 i 100/04) obavljati samostalno u vlastitom uredu, zajedničkom uredu, projektantskom društvu, odnosno u pravnoj osobi registriranoj za tu djelatnost.

Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je u obavljanju poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja poštivati odredbe Zakona o gradnji i posebnih zakona, te osigurati da obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora bude u skladu s načelima i pravilima struke, koja treba poštivati ovlašteni inženjer građevinarstva.

Na temelju svega prethodno navedenog, riješeno je kao u dispozitivu ovoga Rješenja.

<u>Pouka o pravnom lijeku</u>

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

REPUBLIKA HRVATSKA - Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu - ZAGREB

PREDSJEDNIK KOMORE

Damir Dekanić,dipl.ing.geod.

Dostaviti:

1. JURAJ POJATINA, 10000 ZAGREB, BOLNIČKA CESTA 63
2. U Zbirku isprava Komore
3. Pismohrana Komore

1.3 Dopuštenje za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara

REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO KULTURE

UPRAVA ZA ZAŠTITU KULTURNE BAŠTINE
Klasa: UP/I-612-08/15-03/0157
Urbroj: 532-04-01-01-01/7-15-10
Zagreb, 10. rujna 2015.

Ministarstvo kulture rješavajući o zahtjevu Jurja Pojatine, dipl. ing. građ. iz Zagreba na temelju članka 100. stavka 1. i 3. Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara ("Narodne novine", br. 69/99, 151/03, 157/03, 87/09, 88/10, 61/11, 25/12, 136/12, 157/13, 152/14) i članka 11. stavka 1. Pravilnika o uvjetima za fizičke i pravne osobe radi dobivanja dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara ("Narodne novine", br. 74/03, 44/10), 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

R J E Š E N J E

1. Dopušta se **Jurju Pojatini, dipl. ing. građ. iz Zagreba** obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara iz **članka 2. stavka 1. toč. 1., 2. i 3.** Pravilnika o uvjetima za fizičke i pravne osobe radi dobivanja dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, i to **istraživanje i proučavanje nosve konstrukcije nepokretnog kulturnog dobra, dokumentiranje nosive konstrukcije te izrada idejnog, glavnog i izvedbenog projekta za radove na nosivoj konstrukciji nepokretnog kulturnog dobra**.

2. Utvrđuje se da Juraj Pojatina, dipl. ing. građ. iz Zagreba ispunjava sve uvjete propisane citiranim Pravilnikom za obavljanje poslova iz toč 1. izreke ovoga rješenja.

Ovlašteni inženjer građevinarstva Juraj Pojatina, dipl. ing. građ. iz Zagreba dužan je o svakoj promjeni glede ispunjenja propisanih uvjeta za obavljanje poslova iz toč. 1. izreke ovoga rješenja, pisano obavijestiti Ministarstvo kulture u roku od 8 dana od nastale promjene.

3. Ovo dopuštenje daje se na vrijeme od pet godina.

4. Rješenjem Klasa: UP/I-612-08/09-03/0326, Urbroj: 532-04-01-02/5-10-3 od 15. lipnja 2010., Juraj Pojatina, 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 **1449**.

Obrazloženje

Juraj Pojatina, dipl. ing. građ. iz Zagreba podnio je Ministarstvu kulture zahtjev za produljenje dopuštenja za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara prema Pravilniku o uvjetima za fizičke i pravne osobe radi dobivanja dopuštenja za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara.

Navedenom zahtjevu priloženi su preslika Potvrde o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva Hrvatske komore inženjera građevinarstva od 11. ožujka 2015., Popis kulturnih dobara i poslova na kojima je podnositelj zahtjeva radio, Opis tehničke opremljenosti u potrebnih mjera iz članka 7. uvodno cit. Pravilnika.

U provedenom postupku utvrđivanja uvjeta za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara, sukladno članku 10. stavku 1. navedenog Pravilnika, o radovima Jurja Pojatine, dipl. ing. građ., STUDIO ARHING d.o.o. iz Zagreba zatraženo je stručno mišljenje nadležnih konzervatorskih tijela.

Stručno povjerenstvo je na temelju priložene dokumentacije i stručnih mišljenja Konzervatorskog odjela u Požegi od 7. srpnja 2015., Konzervatorskog odjela u Slavonskom Brodu od 8. srpnja 2015., Gradskog zavoda za zaštitu spomenika kulture i prirode u Zagrebu od 3. srpnja 2015., Konzervatorskog odjela u Splitu od 10. srpnja 2015. i Konzervatorskog odjela u Zadru od 13. srpnja 2015., a sukladno čl. 10. st. 4. Pravilnika, utvrdilo da postoje propisani uvjeti za obavljanje poslova iz čl. 2. st. 1. toč. 1., 2. i 3. Pravilnika: istraživanje i proučavanje nosve konstrukcije nepokretnog kulturnog dobra, dokumentiranje nosive konstrukcije te izrada idejnog, glavnog i izvedbenog projekta za radove na nosivoj konstrukciji nepokretnog kulturnog dobra.

Prema odredbi članka 12. uvodno cit. Pravilnika ovo se dopuštenje daje na vrijeme od pet godina, a podnositelj zahtjeva kojemu je ono izdano može šest mjeseci prije isteka važenja dopuštenja Ministarstvu kulture podnijeti zahtjev za njegovo produljenje.

Podnositelj zahtjeva kojem je izdano dopuštenje za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, odnosno odgovorna osoba dužna je o svakoj promjeni glede ispunjenja Pravilnikom propisanih uvjeta, pisano obavijestiti Ministarstvo kulture u roku od 8 dana od nastale promjene, sukladno članku 13. stavku 1. Pravilnika.

Sukladno članku 100. stavku 3. Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara i članku 11. stavku 3. Pravilnika po pravomoćnosti ovoga rješenja, izvršit će se upis podnositelja zahtjeva u Upisnik specijaliziranih pravnih i fizičkih osoba koje imaju dopuštenje za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, u kojem će se evidentirati da je dobio dopuštenje za obavljanje poslova iz toč. 1. izreke ovoga rješenja.

Iz gore navedenog riješeno je kao u izreci.

Uputa o pravnom lijeku:

Protiv ovoga Rješenja može se izjaviti žalba Povjerenstvu za žalbe pri Ministarstvu kulture u roku od 15 dana od dana dostave Rješenja. Žalba se izjavljuje ovome tijelu neposredno ili šalje poštom preporučeno.

POMOĆNICA MINISTRA

Sanja Šaban, dipl. ing. arh.

Dostavlja se:
1. Juraj Pojatina, d.i.g., STUDIO ARHING d.o.o., Ćire Truhelke 49, 10000 Zagreb (s povratnicom)
2. Konzervatorski odjeli Ministarstva kulture, svi
3. Gradski zavod za zaštitu spomenika kulture i prirode u Zagrebu
4. Upisnik specijaliziranih fizičkih i pravnih osoba koje imaju dopuštenje za obavljanje poslova zaštite i očuvanja kulturnih dobara, ovdje
5. Pismohrana, ovdje

II. TEHNIČKI DIO

1 Tehnički opis

1.1 Uvod

Hvarske gradske zidine su zidana kamena struktura, čija je granja započela u 1278. godine, nakon što su Hvarani donijeli odluku o stupanju pod mletačku vlast. Zidine su u sadašnjem obliku većinom bile dovršene tek sredinom 15. stoljeća nakon ponovnog dolaska Mlečana na vlast. No, već u 16. stoljeću, zapuštene zidine su izgubile svoju obrambenu funkciju budući da se grad proširio van njih. Zidine su oblika nepravilnog četverokuta, a sastoje se od južnog, istočnog i zapadnog zida koji vode na vrh planine gdje su spojeni s tvrđavom. U sklopu zidina postoje kule te četvora vrata – po jedna vrata na istočnom i zapadnom zidu te dvoja vrata na južnom zidu. Naknadno je tijekom povijesti izvedeno još nekoliko gradskih vratiju.

Ovim projektom obuhvaćen je istočni zid između spoja s južnim zidom i kule, te sama kula. Kula, odnosno istočna gradska vrata nazvana su Porta Badoer po hrvatskom knezu Alessandru, a izgrađena je u 14. ili 15. stoljeću. Kula je obnovljena 2019. godine. Kamene zidine završavaju kruništem, a s unutrašnje strane imaju obrambeni ophod.

Slika 1-1 PETRIĆ M., (1984.), Veduta Hvara iz 1486. godine

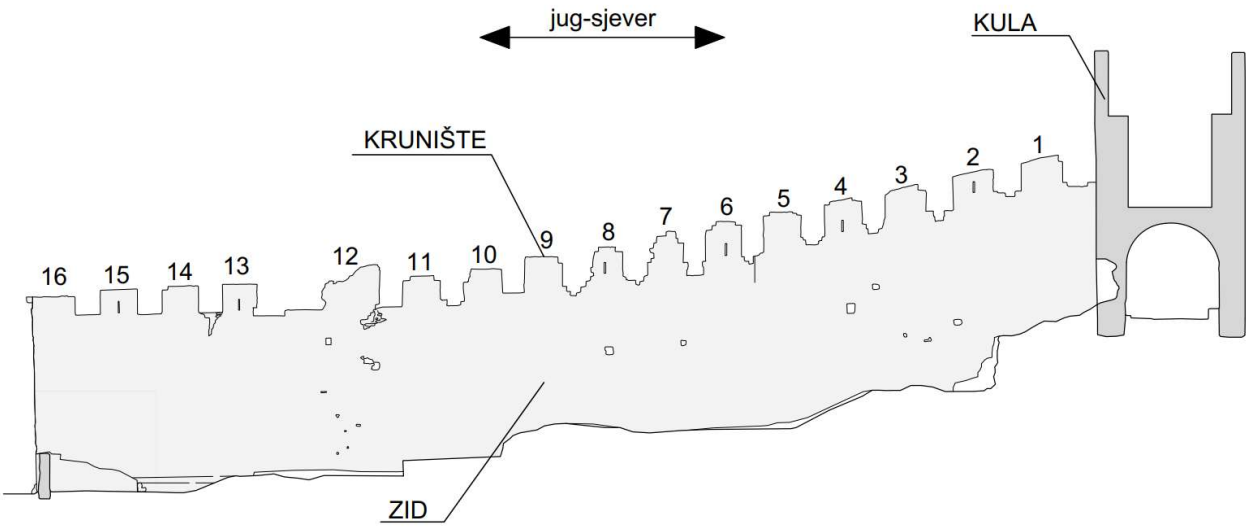
Ukupna duljina cijelih zidina iznosi približno 450 m, no obuhvat ovog projekta se odnosi na približno 45 m duljine zida. Nagib gornje linije zida prati nagib terena. Širina zida iznosi između 140 cm i 160 cm, a iznad ophoda je smanjena na približno 65 cm. Prosječne je visine 8,0 m mjereno s vanjske strane zida. Krunište koje je predmet ovog projekta se sastoji od 16 kruna prosječne visine 105 cm, duljine 155 cm i debljine 60-65 cm. Približno na 2,5 m ispod vrha kruništa nalazi se obrambeni ophod.

Slika 1-2 Pogled na istočni zid i kulu

Zidine se nalaze na katastarskoj čestici *166, dok se kula nalazi na katastarskoj čestici *165, katastarske općine Hvar. Zidine su pojedinačno zaštićeno nepokretno kulturno dobro upisano u Registar kulturnih dobara Republike Hrvatske pod oznakom Z-5108, a nalaze se i u arheološkoj zoni grada Hvara oznake Z-6902.

Slika 1-3 Prikaz zahvata na katastarskom planu

1.2 Postojeće stanje



Slika 1-1 Shematski prikaz pogleda na zidine i kulu (segment koji je dio ovog projekta)

U današnje doba, zidine su vidljivo dotrajale i neodržavane ukazujući na razvijen pukotinski sustav u ziđu, posebno na kuli. Pukotine su dominantno vertikalne što upućuje na horizontalne deformacije i razdvajanje pojedinih dijelova ziđa. Moguća je nestabilnost uslijed horizontalnih opterećenja (potres, vjetar). Zbog zapuštenosti i neodržavanja, na zidu je, posebice s vanjske strane, prisutna vegetacija koja svojim sustavom korijenja djeluje razarajuće na unutarnju strukturu zida.

Od ostalih lokalnih oštećenja utvrđena su oštećenja lica zida uslijed pojedinačnih susjednih intervencija (izgradnje novih građevina od kojih se neke naslanjaju na zidine), lokalna oštećenja krune zida uslijed ispiranja vezivnog materijala iz sljubnica, lokalna odlamanja dijelova kruna, lokalna urušavanja dijelova kruna, intervencije u obliku izvođenja niša unutar kruna, instalacijske intervencije unutar i na zidinama, ispiranje vezivnog sredstva iz sljubnica ili nedovoljna ispunjenost sljubnica, odlamanje dijelova zidova uz temelje, deformacija zidova kule te pukotine u podgledu svoda kule.

U sklopu izrade projekta sanacije istočnih zidina i kule, tijekom 2023. i početkom 2024. godine, provedene su sljedeće aktivnosti:

- Analiza postojeće dokumentacije

  Prikupljena je postojeća dokumentacija koja obuhvaća arhitektonsku snimku postojećeg stanja, geodetsku podlogu i ostalo.

- Detaljni vizualni pregledi zidina

  Tijekom siječnja i veljače 2024. godine provedeni su vizualni pregledi zidina koji su uključivali detekciju i bilježenje svih oštećenja s obje strane zidina i kula, općih nedostataka nosive konstrukije i utjecaja susjednih i okolnih građevina u neposrednoj blizini zidina.

- Mjerenje i kontrola geometrije elemenata zidina i kruništa

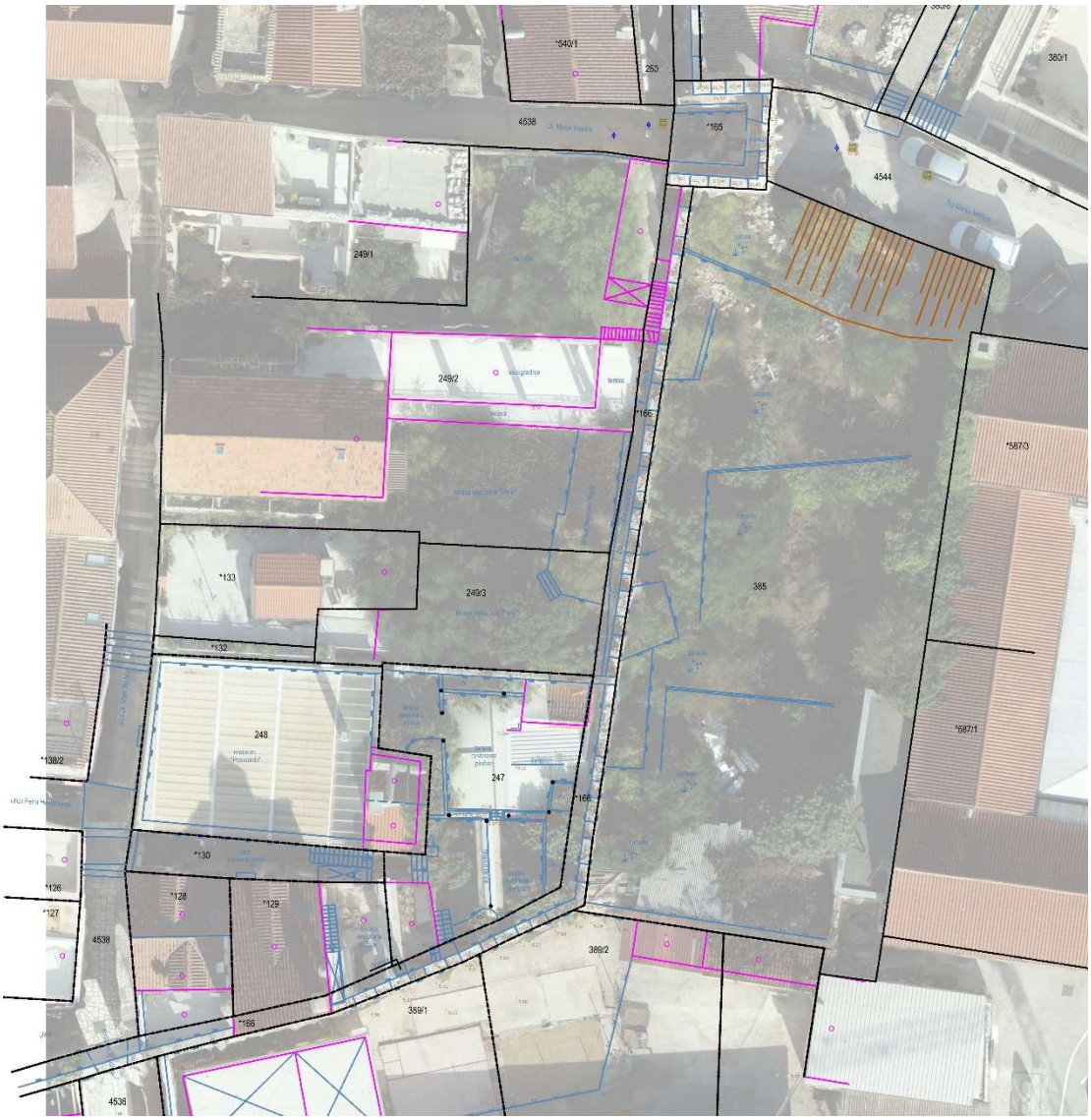
  U sklopu vizualnih pregleda, provodila su se mjerenja glavnih geometrijskih karakteristika elemenata zidina kao što su visina, debljina i duljina svake krune, razmaci kruna te su se bilježili točni oblici i pozicije pojedinih kamenih elemenata u strukturi zidina.

- Izrada fotodokumentacije pregledanih zidina i kule

Prikupljena fotodokumentacija sadržava fotografije svake kruna na kruništu zida, poglede na zidine i kulu i prikaze lokalnih oštećenja.

- Istražni radovi na zidanoj konstrukciji

Provedeni istražni radovi sadržavaju vizualni pregled zidina, ispitivanje kvalitete i homogenosti nosive strukture zidina prolaskom zvučnog impulsa, izradu zidnih izvrtaka s ciljem utvrđivanja sastava i klasifikacije ziđa, ispitivanje ziđa plosnatim pločama (Flat Jack) u svrhu određivanja modula elastičnosti, kemijsku analizu vezivnog sredstva te geotehničke i inženjerskogeološke istražne radove. Izvještaj o provedenim istražnim radovima na jugoistočnom dijelu gradskih zidina i istočne kule izradio je Examen Lab d.o.o. iz Samobora, broj izvještaja EL-231213-01, prosinac 2023.



Slika 1-5 Geodetski snimak zidina

1.3 Tehnički dio

Djelovanja na konstrukciju
Prilikom proračuna, u obzir se uzimaju sva predviđena djelovanja, sukladno namjeni građevine: stalno i uporabno djelovanje, opterećenje zemljom i potres.

Materijal

Staklena užad (GFRP):	EN 2561	
Vezivna sredstva:	EN 998-1	(jednokomponentni mort na bazi prirodnog hidrualičkog vapna NHL 3.5 s hidrauličkim dodacima s pucolanskim efektom, pijeskom i vlaknima)
	vapneno-cementni mort	
Sidrenja:	ETAG 001 dio 5 TR023	(epoksi-akrilatno ljepilo bez otapala i stirena)
Inoks:	1.4301	(štapna sidra i zatege)

Norme za proračun
Važeća tehnička regulativa za sve elemente konstrukcije su norme niza EN (Euronorme), uz primjenu važećih nacionalnih dodataka (NA). Sve norme za proračun su navedene u pripadajućem Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 7/22).

Održavanje i vijek trajanja
Radnje u okviru održavanja konstrukcije treba provoditi prema Pravilniku o održavanju građevine (NN 122/14, 98/19) i Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 7/22) s pripadnim pravilnicima i normama. Osnovne preglede konstrukcije provoditi jednom godišnje, a glavne jednom u 10 godina.

Zaštita na radu
Prilikom izvođenja obavezno je pridržavati se odredbi zaštite na radu. Sve elemente konstrukcije, potrebno je u fazi montaže podupirati kako bi se osigurala globalna i lokalna stabilnost konstrukcije i njenih elemenata.

Ostale napomene
Sav ugrađeni materijal treba biti međusobno kompatibilan, kompatibilan sa zatečenim materijalima i mora odgovarati važećim standardima te posjedovati ateste. Radovi se moraju izvoditi prema uputama proizvođača ili tehničkim rješenjima danim u nastavku Projekta.

Za izradu ovog projekta korišteno je sljedeće:

1. Stručno mišljenje o stanju s ponudom za projekt statičke sanacije (Studio Arhing d.o.o., rujan 2020.)
2. Arhitektonska snimka postojećeg stanja (Studio Arhing d.o.o., studeni 2022.)
3. Izvještaj o provedenim istražnim radovima na jugoistočnom dijelu gradskih zidina i istočne kule (Examen Lab d.o.o., prosinac 2023.)
4. Petrić M., (1984.), *Veduta Hvara iz 1486. godine, „prilozi povijesti otoka Hvara“,* 7:15-26, Centar za zaštitu kulturne baštine otoka Hvara, Hvar
5. Rajčić A., (2005.), *Urbanistički razvoj grada Hvara*, UDK 711.4.03 (497.5 Hvar)

Popis primijenjenih propisa i normi

1. Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
2. Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19)
3. Zakon o normizaciji (NN 80/13)
4. Pravilnik o održavanju građevina (NN 122/2014)
5. Zakon o zaštiti na radu (NN br. 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18)
6. Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 7/22)
7. Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN 112/17, NN 34/18, NN 36/19, NN 98/19, NN 31/20)
8. Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19, 65/20)
9. Pravilnik o kontroli projekata (NN 32/14, 72/20)
10. HRN EN 1990 – Osnove projektiranja konstrukcija s pripadnim nacionalnim dodatkom
    - norma HRN EN 1990/NA
11. Niz normi HRN EN 1991 – Djelovanja na konstrukcije s pripadnim nacionalnim dodacima
    - niz normi HRN EN 1991/NA
12. Niz normi HRN EN 1992 – Projektiranje betonskih konstrukcija s pripadnim nacionalnim dodacima
    - niz normi HRN EN 1992/NA
13. Niz normi HRN EN 1993 – Projektiranje čeličnih konstrukcija s pripadnim nacionalnim dodacima
    - niz normi HRN EN 1993/NA
14. Niz normi HRN EN 1997 – Geotehničko projektiranje s pripadnim nacionalnim dodacima
    - niz normi HRN EN 1997/NA
15. Niz normi HRN EN 1998 – Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija s pripadnim nacionalnim dodacima - niz normi HRN EN 1998/NA

Zagreb, veljača 2024.

Juraj Pojatina, dipl.ing.građ.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Juraj Pojatina
dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 3870

2 Program kontrole i osiguranja kvalitete

2.1 Opći podaci i definicije

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 građevina.

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.

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

Izvođač je dužan:

- graditi u skladu sa 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

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.

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 slijedeće dijelove:

- Naziv materijala, laboratorijsku oznaku uzorka, količinu uzoraka, namjenu materijala, mjesto i vrijeme (datum) uzimanja uzoraka te izvšenih 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 ocjena kvalitete.
- Ocjenu kvalitete i mišljenje o pogodnosti (uporabljivosti) materijala za primjenu na navedenoj građevini te rok do kojega vrijedi izvješće.

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.

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

2.2 Betonski i armiranobetonski radovi

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.

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.

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.

Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrsnulog 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.

- Ako je količina ugrađenog betona veća od 100 m^3, za svakih slijedećih ugrađenih 100 m^3 uzima se po jedan dodatni uzorak betona.
- 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.
- 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.

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.

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 slijedećim propisima i normama:

Cement:
Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN br. 17/17, 75/20, 7/22).
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 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 smrazavanje i odmrzavanje provodi se prema normama HRN CEN/TR 15177:2006.
Isporuka svježeg betona

Informacije korisnika betona proizvođaču

Korisnik će usuglasiti s proizvođačem:
datum isporuke,
vrijeme i
količinu,
posebni transport na gradilište,
posebne postupke ugradnje,
ograničenjima vozila isporuke, npr. tipa veličine, visine ili bruto težine.

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

Razvoj čvrstoće	Omjeri čvrstoće - σ_2 / σ_{28}
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 σ_2 i srednje vrijednosti tlačne čvrstoće nakon 28 dana σ_{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.

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^3,
- 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.

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.

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.

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.

Kontrola proizvodnje

Proizvođač je odgovoran za besprijekorno 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 očvrslog 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.

Vrednovanje i potvrđivanje sukladnosti

Proizvođač je odgovoran za ocjenu sukladnosti betona s uvjetovanim svojstvima te mora provoditi:

- početno ispitivanje kad je traženo
- kontrolu proizvodnje
- 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.

Skele i oplate

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.

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.

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.

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.

Oplate

Oplata treba osigurati betonu traženi oblik dok ne očvrsne.
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 oplate mora biti čista. Ako se koristi za vidni beton, njezina obrada mora osigurati takvu površinu betona.

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 oplate, betonu (agregatu, cementu, kemijskim i mineralnim dodacima), izvedbi i zaštiti tijekom izvedbe.

Oplatni ulošci i nosači

Privremeni držači oplate, 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.

Otpuštanje skela i uklanjanje oplate

Skele ni oplata se ne smiju uklanjati dok beton ne dobije dovoljnu čvrstoću:

- otpornu na oštećenje površine skidanjem oplate,
- dovoljnu za preuzimanje svih djelovanja na betonski element u tom trenutku,
- da izbjegne deformacije veće od specificiranih tolerancija elastičnog ili neelastičnog ponašanja betona.

Uklanjanje oplate treba izvoditi na način da se konstrukcija ne preoptereti i ne ošteti.
Opterećenja skela treba otpuštati postupno tako da se drugi elementi skele ne preopterete. Stabilnost skela i oplate 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.

Armatura i ugradnja armature

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.

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.

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.
Nadzorni inženjer neposredno prije početka betoniranja mora:

- provjeriti postoji li isprava o sukladnosti za čelik zaarmiranje, odnosno za armaturu i jesu li iskazana svojstva sukladna zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije
- 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.

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, sa 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.

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.

Betoniranje

Uvjeti kakvoće betona

Beton mora biti proizveden prema uvjetima iz HRN EN 206:2016.

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.

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, potrebo ga je uzraditi.
- 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.

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 oplate 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 zaštiti od insolacije, jakog vjetra, smrzavanja, vode, kiše i snijega.
- Naknadno dodavanje vode, cementa, površinskih otvrđivača ili sličnih materijala nije dopušteno.

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 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[1) 2)]			
	Razvoj čvrstoće betona[4)] f_{cm2} / f_{cm28}			
	brz, r > 0,50	srednji, r = 0,30	spor, r = 0,15	vrlo spor,
R < 0,15 T > 25 25 > T > 5; 15 > T > 10; 10 > T > 5[3)]	1,0 1,0 2,0 3,0	1,5 2,0 4,0 6,0	2,0 3,0 7,0 10,0	3,0 5,0 10,0 15,0

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.

Pobliža određenja razvoja svojstava betona mogu se temeljiti na jednom od slijedećih 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 spojnicama, 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^2).

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.

Aktivnosti poslije betoniranja

Nakon skidanja oplate 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.

Konstrukcijske spojnice

Spojni dijelovi bilo kojeg tipa trebaju biti neoštećeni, točno postavljeni i ispravno izvedeni tako da osiguraju učinkovito ponašanje konstrukcije.

Geometrijske tolerancije

Izvedene dimenzije konstrukcija trebaju biti unutar najvećih dopuštenih odstupanja radi izbjegavanja štetnih utjecaja na:

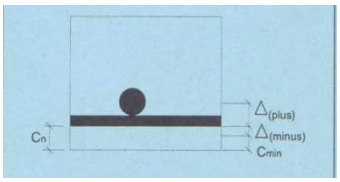
- mehaničku otpornost i stabilnost u privremenom i kasnijem uporabnom stanju,
- ponašanje tijekom uporabe građevine,
- kompatibilnost postavljanja i izvedbe konstrukcije i njezinih nekonstrukcijskih dijelova.

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:

Tablica 4 – Tolerancije

N°	Tip odstupanja	Opis	Dopušteno odstupanje
a	Dimenzije poprečnog presjeka		+ 10 mm
b	Položaj obične armature u poprečnom presjeku 	Za sve h vrijednosti je: Δ negativno (minus) a pozitivno za h< 150 mm h = 400 mm h > 2500 mm	 - 10 mm + 10 mm + 15 mm + 20 mm uz linearnu interpolaciju
c_{min} = traženi najmanji zaštitni sloj betona c_n = nominalni zaštitni sloj = c + lΔ(minus)l c = stvarni zaštitni sloj Δ = dopušteno odstupanje od c_n h = visina poprečnog presjeka Uvjet: c + Δ(plus) > c_n - l Δ(minus) l			
Dopušteno pozitivno odstupanje zaštitnog sloja temelja i elemenata utemeljima može se povećati za 15 mm. Dano negativno odstupanje ne može.			
c	Preklopni spoj	l preklopna duljina	-0,06 l
d	okomitost poprečnog presjeka	a – duljina dimenzije popr. presjeka	ne više od 0,04a ili 10 mm
e	ravnost		
	Oplaćena ili zaglađena površina Ne oplaćene površine : ➢ globalno ➢ lokalno	L = 2,0 m L = 0,2 m L 2,0 m L = 0,2 m	9 mm 4 mm 15 mm 6 mm
f	Zakošenost poprečnog presjeka	ne veće od h/25 ili b/25, ali ne više od 30 mm	
g	ravnost bridova	za dužine: ≤ 1 m > 1 m	8mm 8 mm/m, ali ne više od 20 mm
h	otvori u ulošci	Δ_1 ; Δ_2 ; Δ_3	± 25 mm

2.3 Čelična konstrukcija

Kod izrade i montaže konstrukcije izvođač se mora držati odredbi Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN br. 17/17, 75/20, 7/22), odnosno pravila i standarda navedenih u prilozima 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) — nHRN EN ISO 286-2
- tolerancije u zgradarstvu – metode mjerenja — niz rpHRN ISO 7976
- provjera osposobljenosti zavarivača — niz HRN EN 287
- preporuke za zavarivanje metalnih materijala — prHRN 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
- uvjeti isporuke za stanje površine toplovaljanih čel. ploča, traka i profila niz HRN EN 10163

Mehanička spojna stredstva (vijci, zakovice) definirana su u slijedećim 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 20898-2
- čelične matice osigrane od odvijanja — HRN EN ISO 2320
- šesterokutne matice osigrane od odvijanja — HRN EN ISO 7040, HRN ISO 7042, HRN ISO 7719, HRN ISO 10511-13
- 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 756, HRN EN 757, HRN EN ISO17632, HRN EN 760, HRN EN ISO 26304, HRN EN 13918, HRN EN ISO 14343, HRN EN ISO 16834, HRN EN ISO17633, HRN EN ISO 18276, HRN EN 1600, HRN EN ISO636.

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 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 zavaravanja),
- 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 zavario.

Kod montaže konstrukcije na gradilištu:
- plan montaže konstrukcije,
- radioničke nacrte 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 isporučioca 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 prilozima Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije.

2.4 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.

Nadzor materijala i proizvoda

Koji će se nadzor svojstava materijala i proizvoda primijeniti u radovima prikazanje slijedećom tablicom.

Tablica 5: Zahtjevi nadzora materijala i proizvoda

PREDMET	VRSTA NADZORA
Materijali oplate	Vizualni nadzor
Armaturni čelik	Prema HRN EN 10080 i zahtjevima projekta[3)]
Svježi beton proizveden u tvornici ili na gradilištu[1)]	Prema HRN EN 206:2016, i prema ovim tehničkim uvjetima.Pri preuzimanju betona treba postojati otpremnica.
Ostali materijali[2)]	Prema projektnim specifikacijama i normama
Predgotovljeni elementi	Prema projektnim specifikacijama[3)]
Nadzorni izvještaj	Treba
1) Na gradilištu izrađeni sastavni dijelovi smatraju se kao sastavni dijelovi proizvedeni sa „svježim betonom, tvorničkim ili gradilišnim”, osim ako nisu proizvedeni prema normi 2) Npr. element ugrađenog čelika, opeka i sl. 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.	

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 teh. 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

2.5 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.

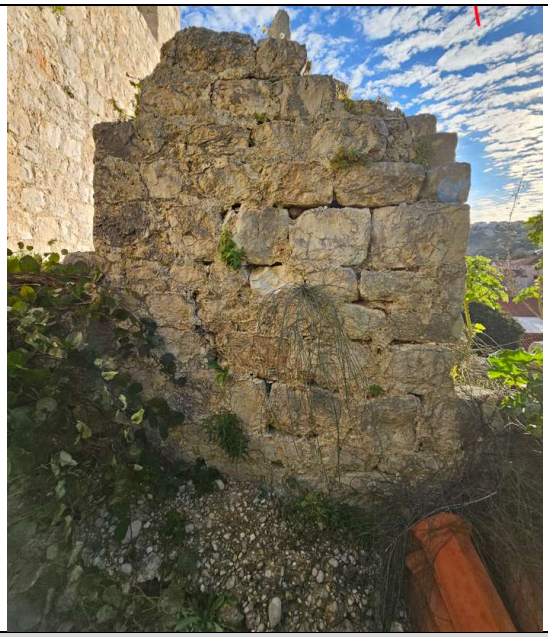
Veličina nesukladnosti uvjetovanih svojstava betona utvrđuje se naknadnim ispitivanjima istih svojstava na uzorcima betona iz konstrukcijskog elementa prema važećim normama. Ispitivanja se odlukom nadzornog inženjera povjeravaju odgovarajućoj ovlaštenoj instituciji.
Nesukladnost tlačne čvrstoće (postignute 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.

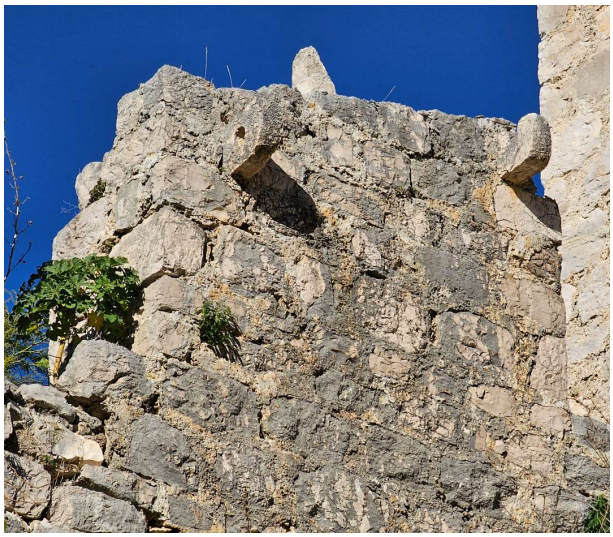
Rektifikacija nesukladnosti mora biti u skladu s projektnim specifikacijama i ovim Tehničkim uvjetima.
Dokumentaciju postupka i materijala koji će se upotrijebiti treba prije popravka odobriti nadzorni inženjer.

3 Vizualni pregled i fotodokumentacija

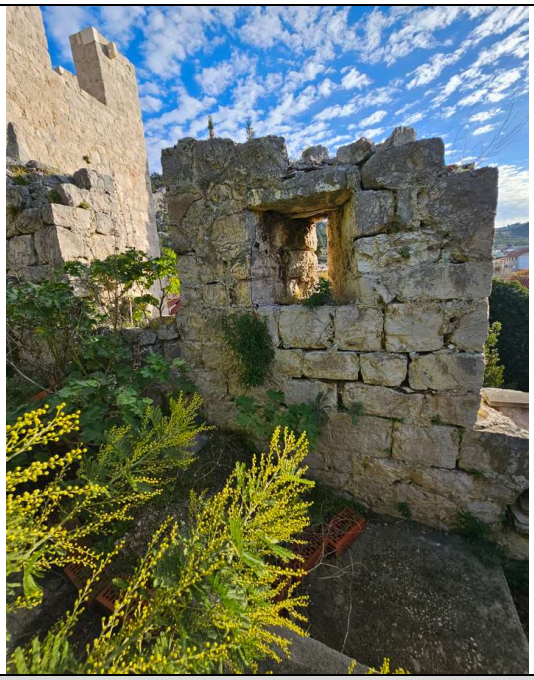
3.1 Krunište



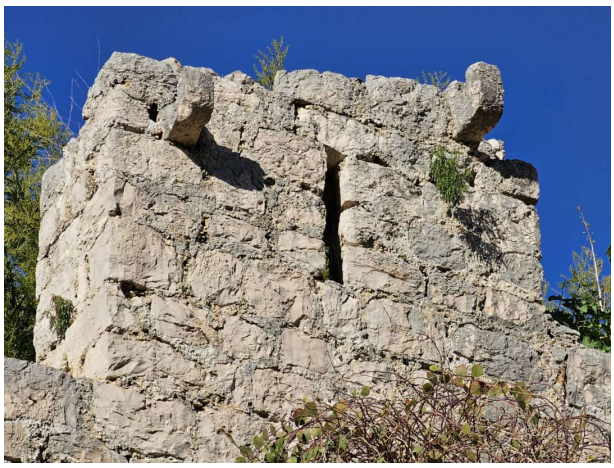
Slika 3-1 Kruna 1 – pogled iznutra



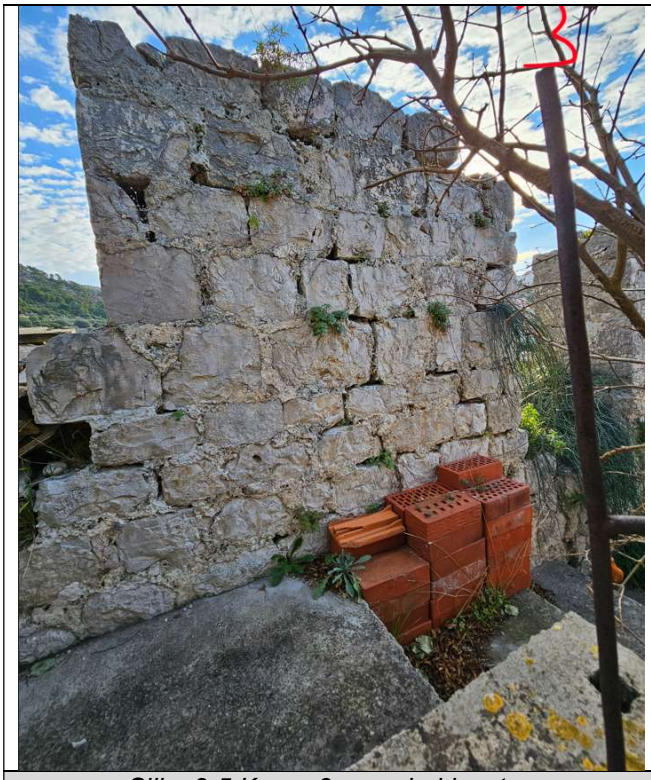
Slika 3-2 Kruna 1 – pogled izvana



Slika 3-3 Kruna 2 – pogled iznutra

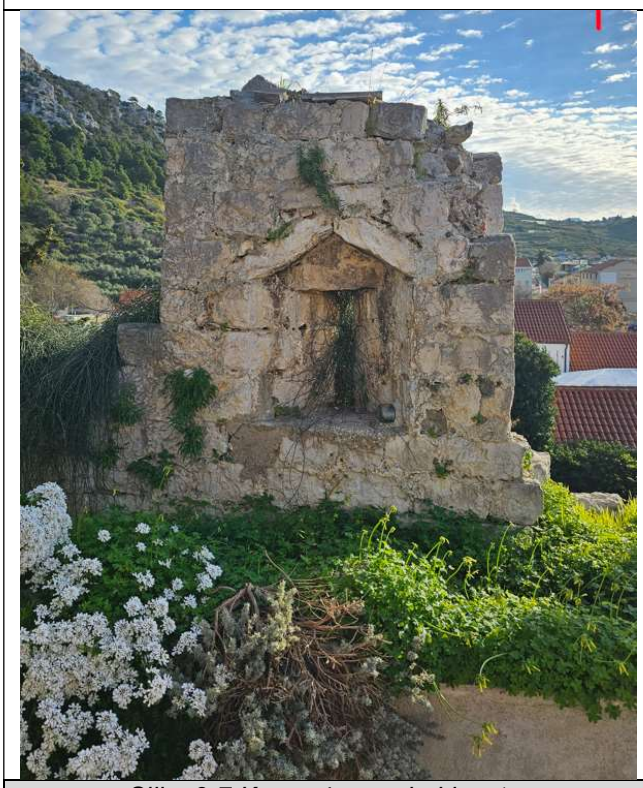


Slika 3-4 Kruna 2 – pogled izvana



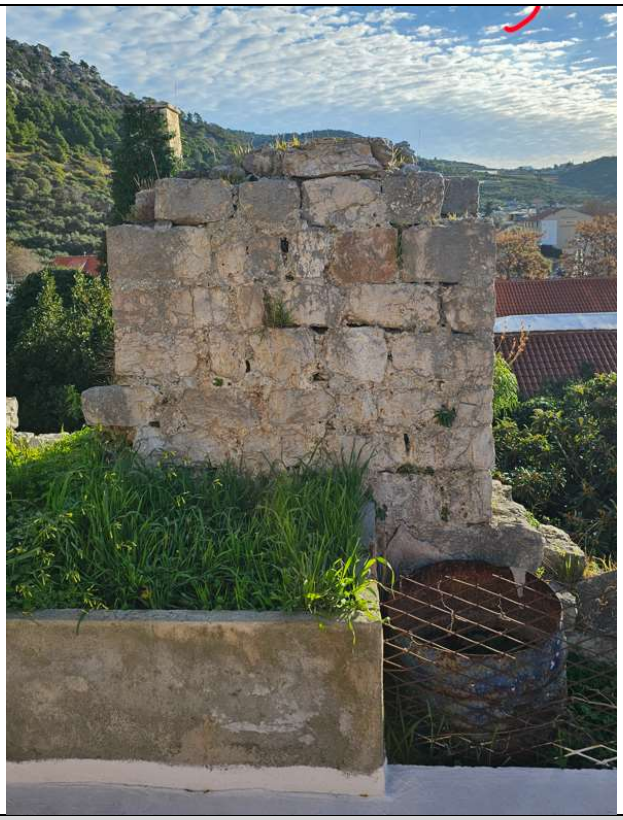
Slika 3-5 Kruna 3 – pogled iznutra

Slika 3-6 Kruna 3 – pogled izvana

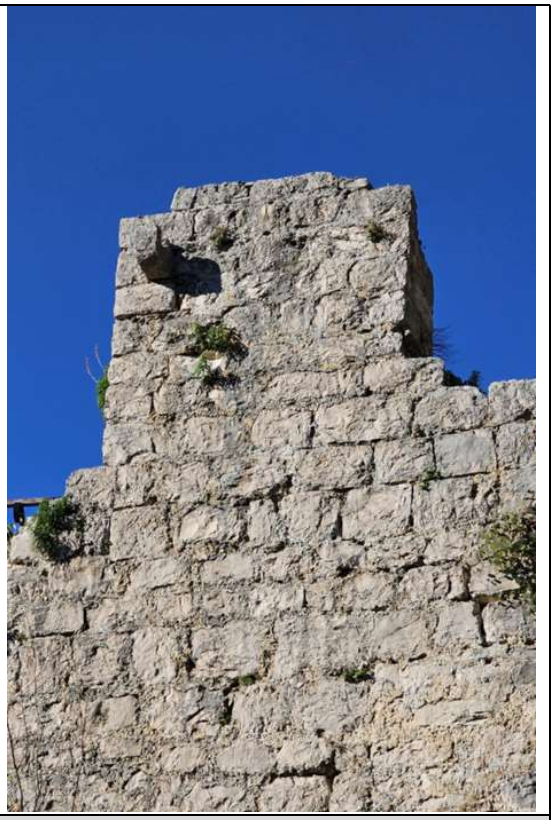


Slika 3-7 Kruna 4 – pogled iznutra

Slika 3-8 Kruna 4 – pogled izvana

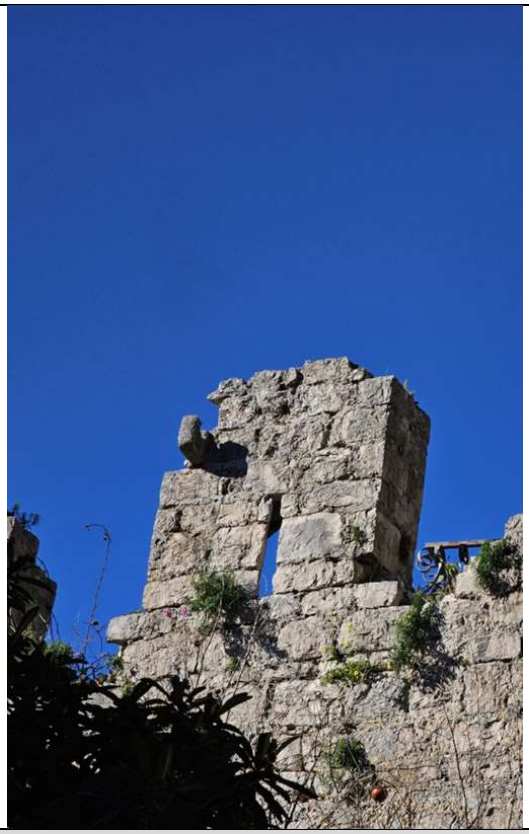


Slika 3-9 Kruna 5 – pogled iznutra

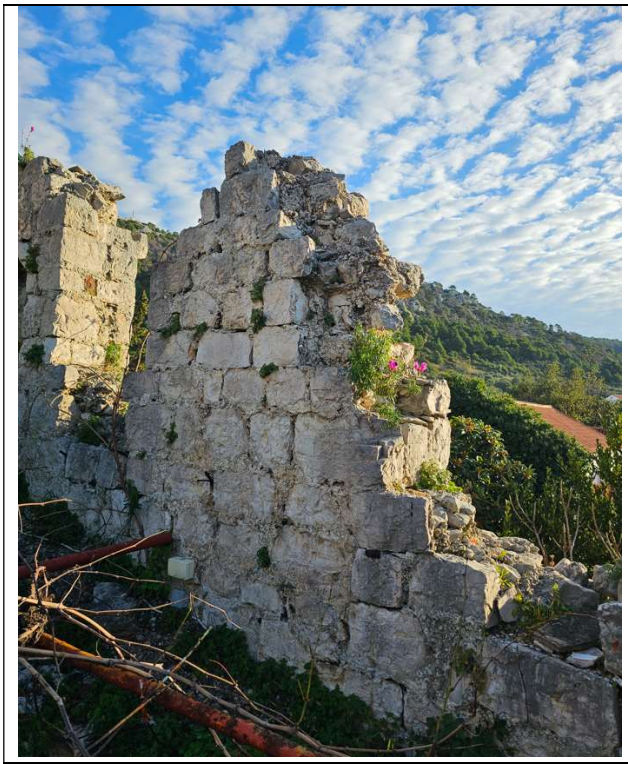


Slika 3-10 Kruna 5 – pogled izvana

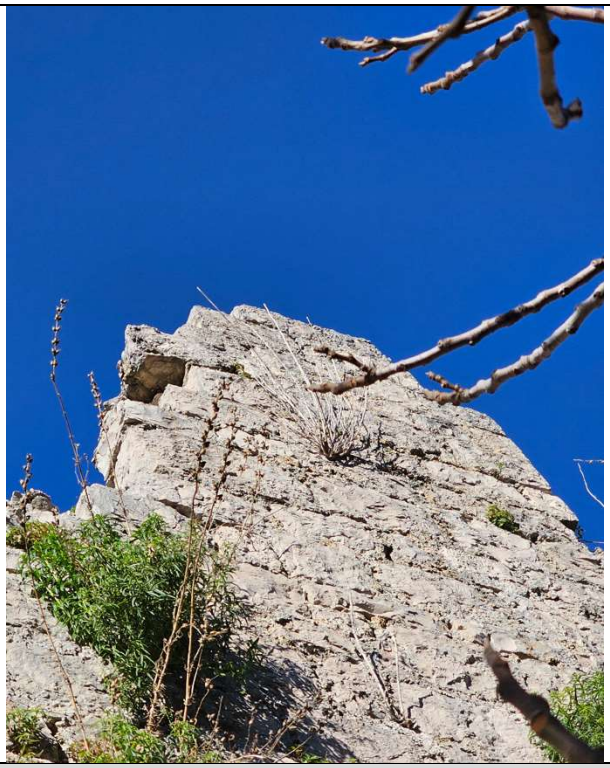
Slika 3-11 Kruna 6 – pogled iznutra



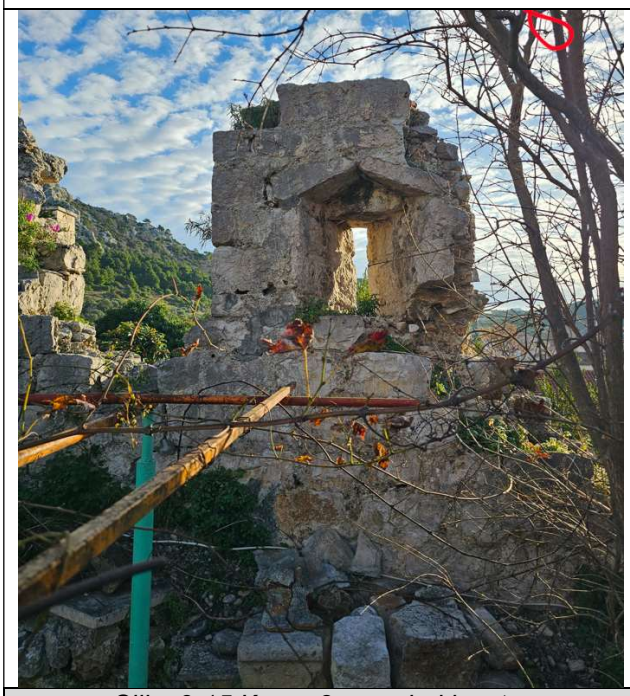
Slika 3-12 Kruna 6 – pogled izvana



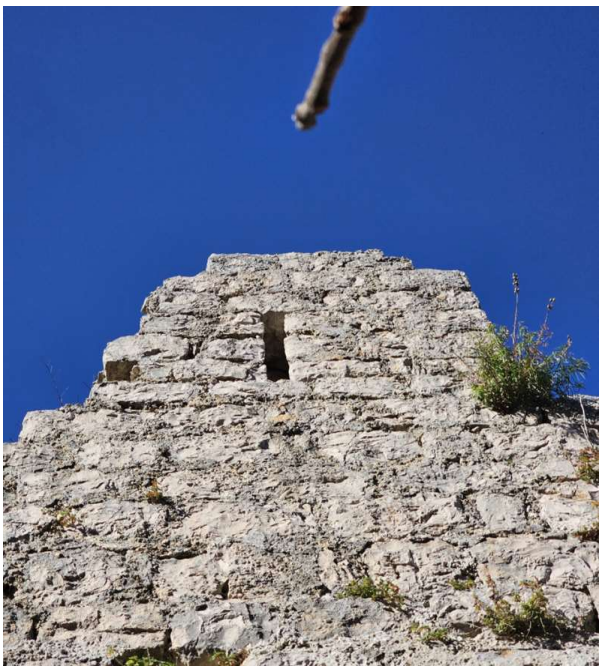
Slika 3-13 Kruna 7 – pogled iznutra



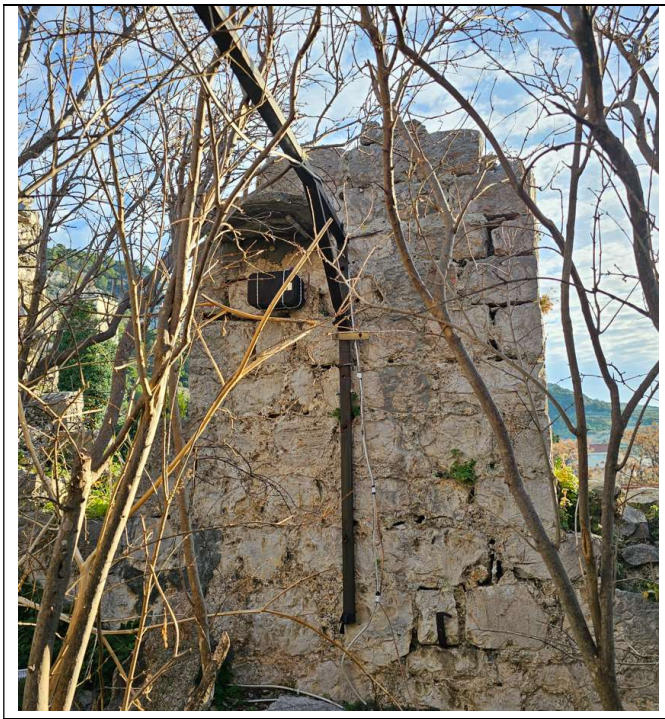
Slika 3-14 Kruna 7 – pogled izvana



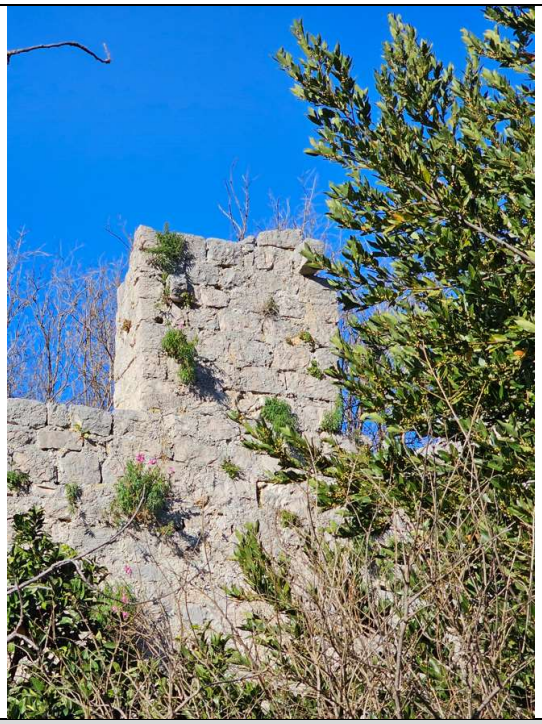
Slika 3-15 Kruna 8 – pogled iznutra



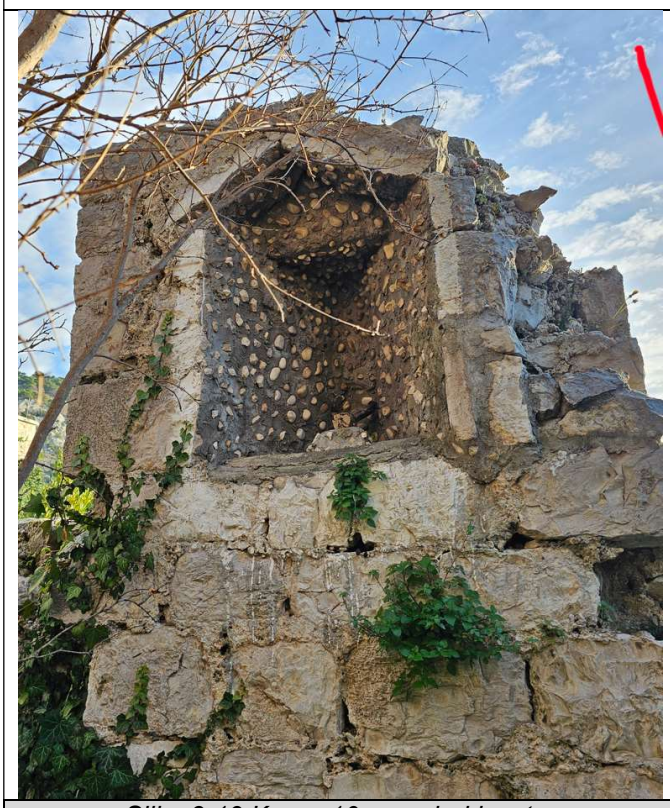
Slika 3-16 Kruna 8 – pogled izvana



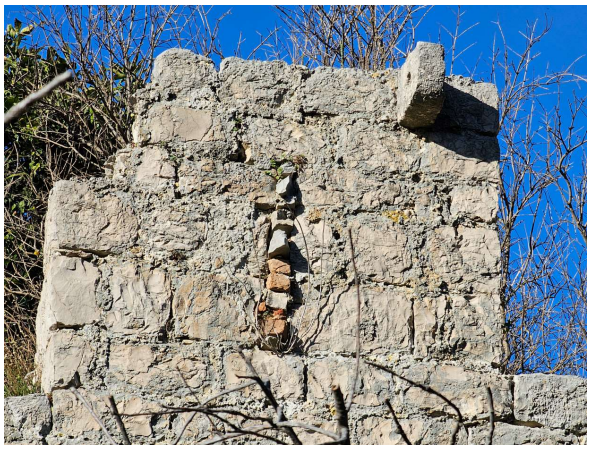
Slika 3-17 Kruna 9 – pogled iznutra



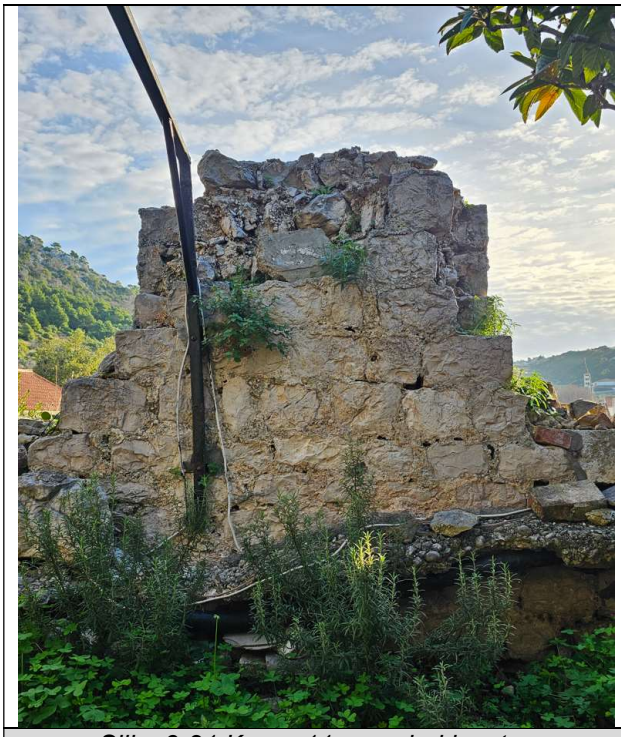
Slika 3-18 Kruna 9 – pogled izvana



Slika 3-19 Kruna 10 – pogled iznutra

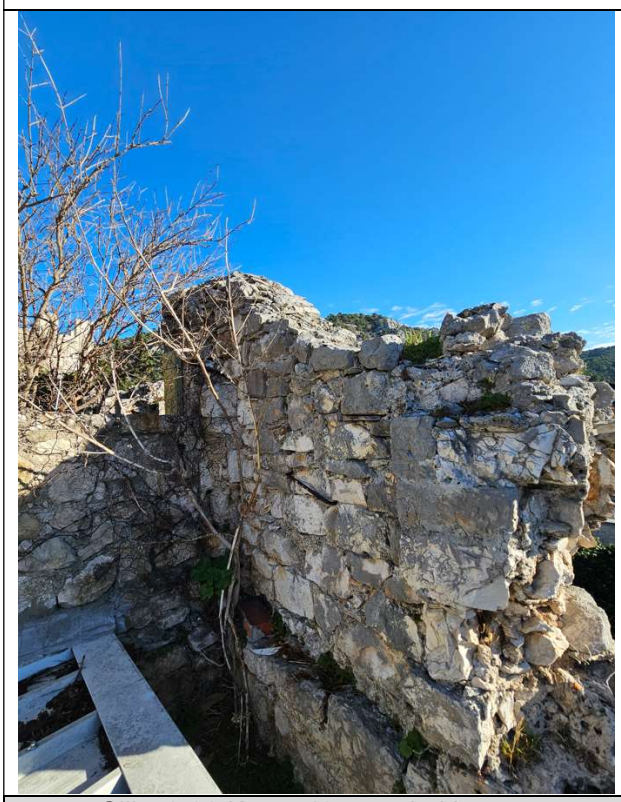


Slika 3-20 Kruna 10 – pogled izvana

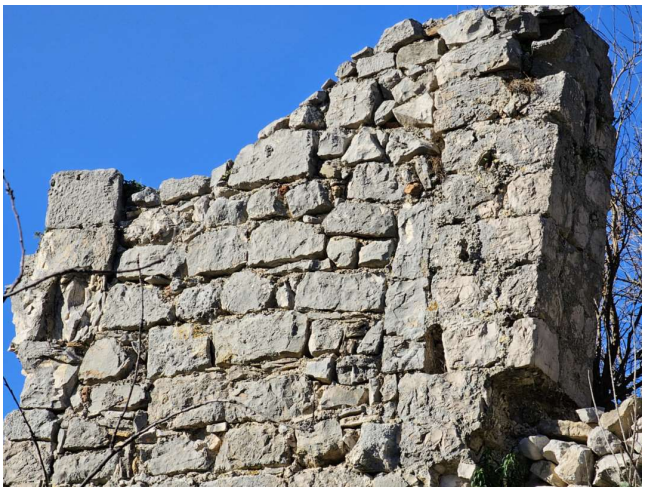


Slika 3-21 Kruna 11 – pogled iznutra

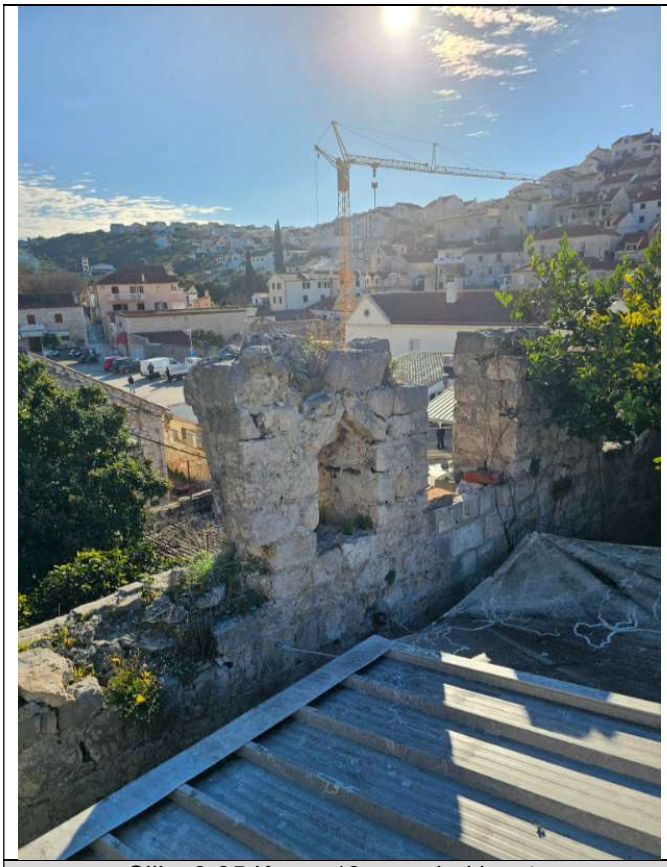
Slika 3-22 Kruna 11 – pogled izvana



Slika 3-23 Kruna 12 – pogled iznutra



Slika 3-24 Kruna 12 – pogled izvana

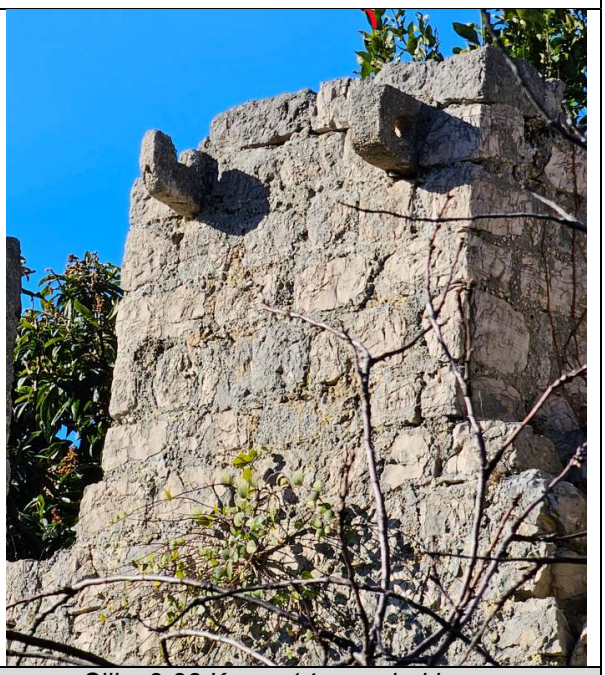


Slika 3-25 Kruna 13 – pogled iznutra

7

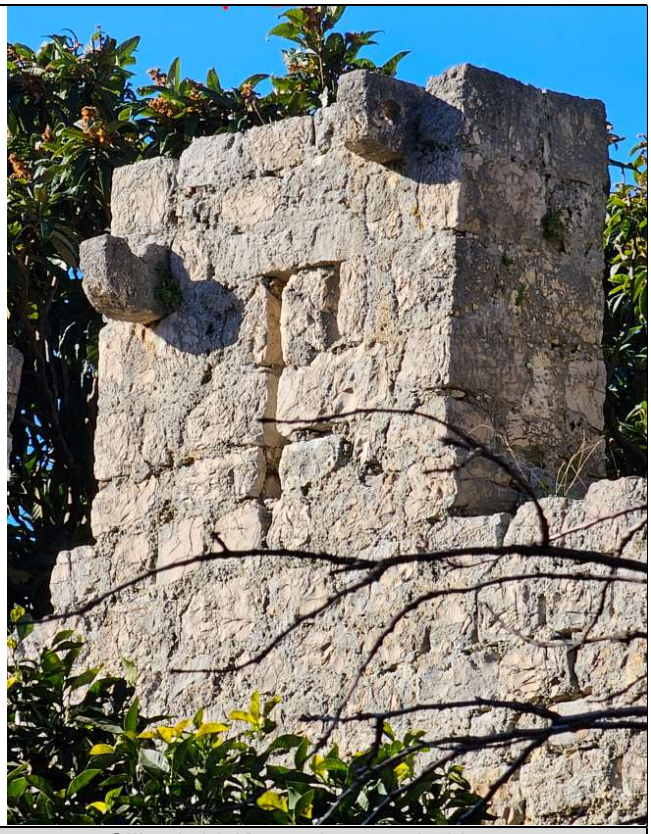
Slika 3-26 Kruna 13 – pogled izvana

Slika 3-27 Kruna 14 – pogled iznutra

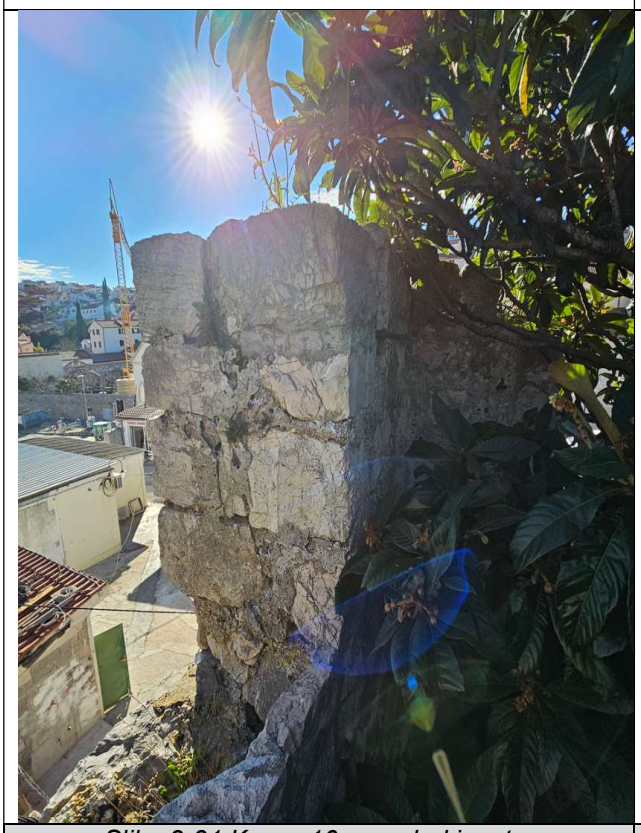


Slika 3-28 Kruna 14 – pogled izvana

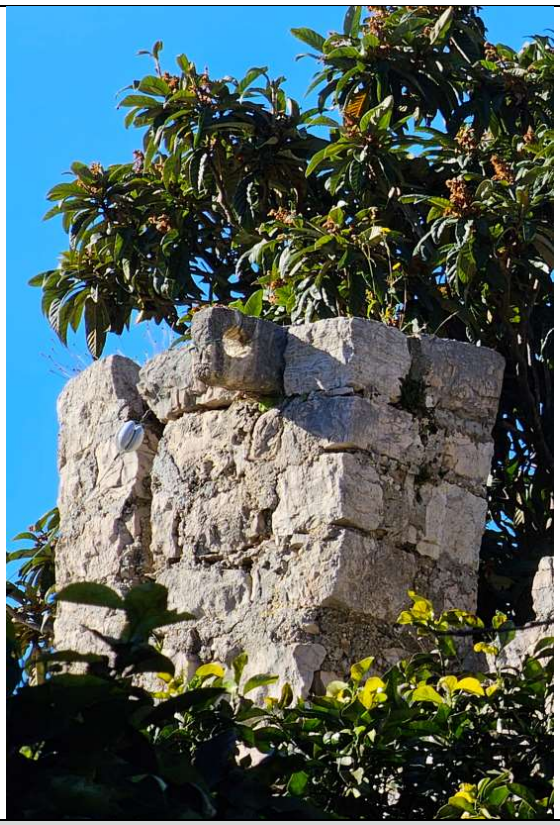
Slika 3-29 Kruna 15 – pogled iznutra



Slika 3-30 Kruna 15 – pogled izvana

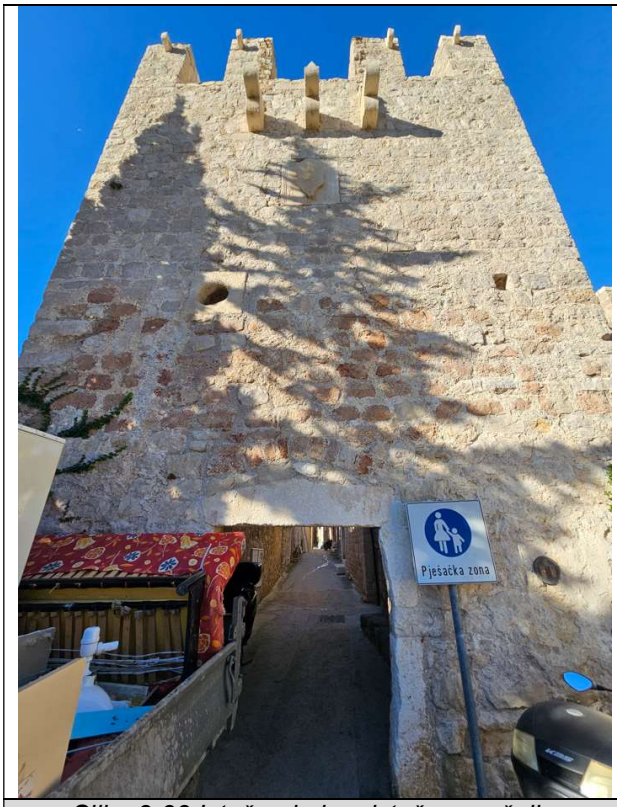


Slika 3-31 Kruna 16 – pogled iznutra



Slika 3-32 Kruna 16 – pogled izvana

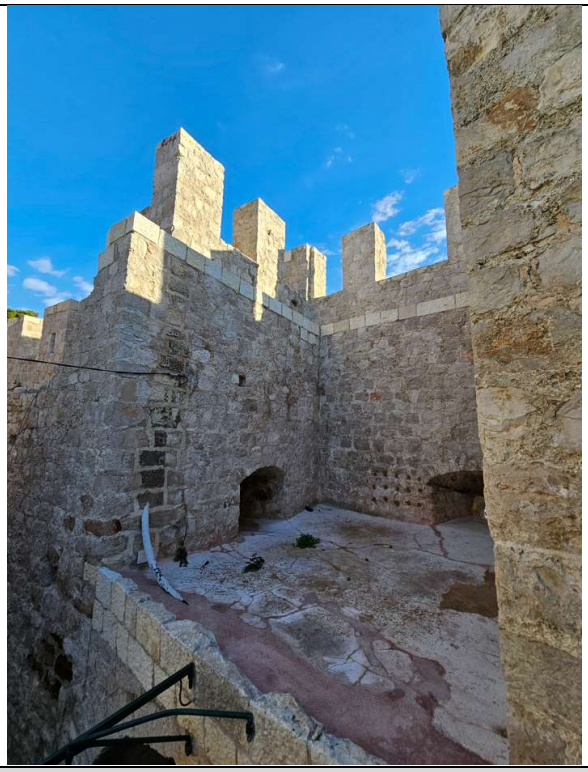
3.2 Kula



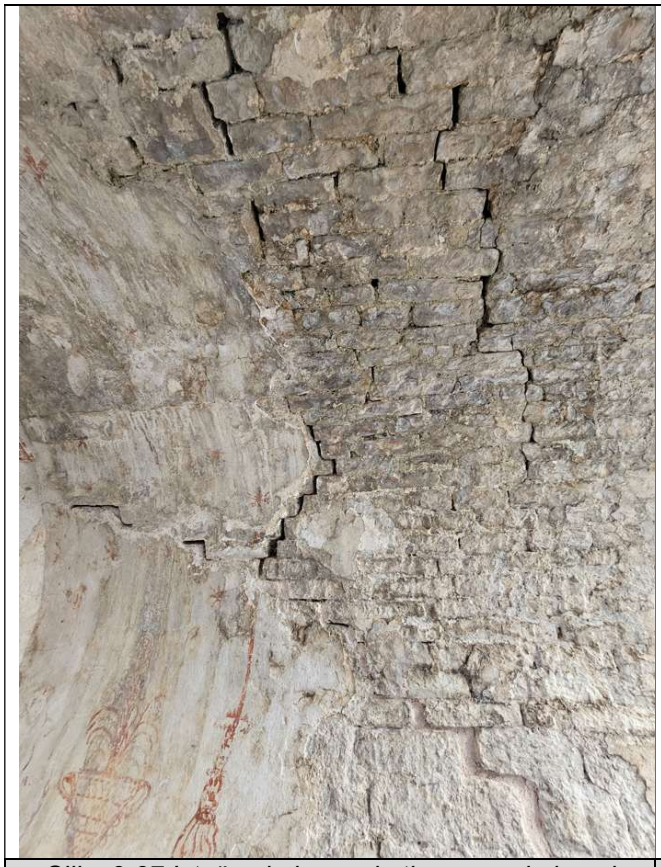
Slika 3-33 Istočna kula – istočno pročelje

Slika 3-34 Istočna kula – zapadno pročelje

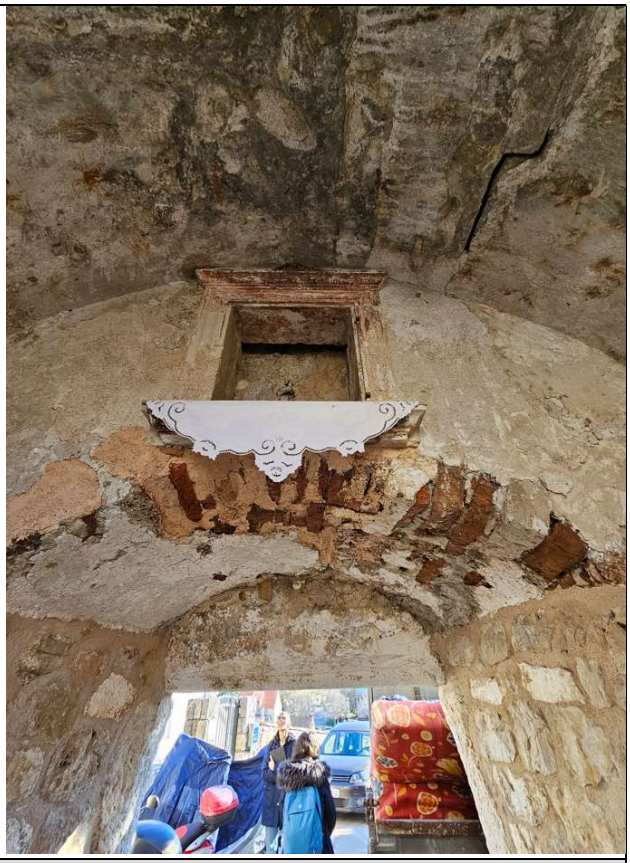
Slika 3-35 Istočna kula – južno pročelje



Slika 3-36 Istočna kula – unutrašnji dio

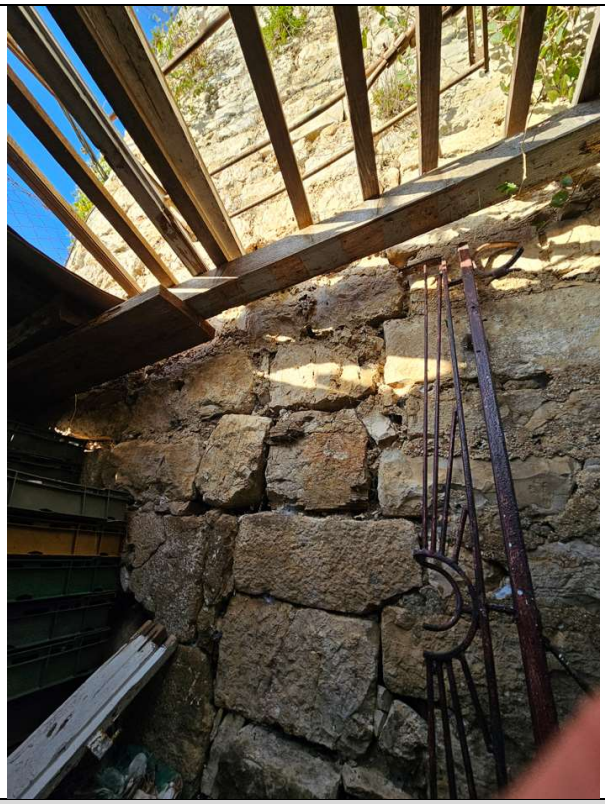


Slika 3-37 Istočna kula – pukotine u svodu iznad prolaza

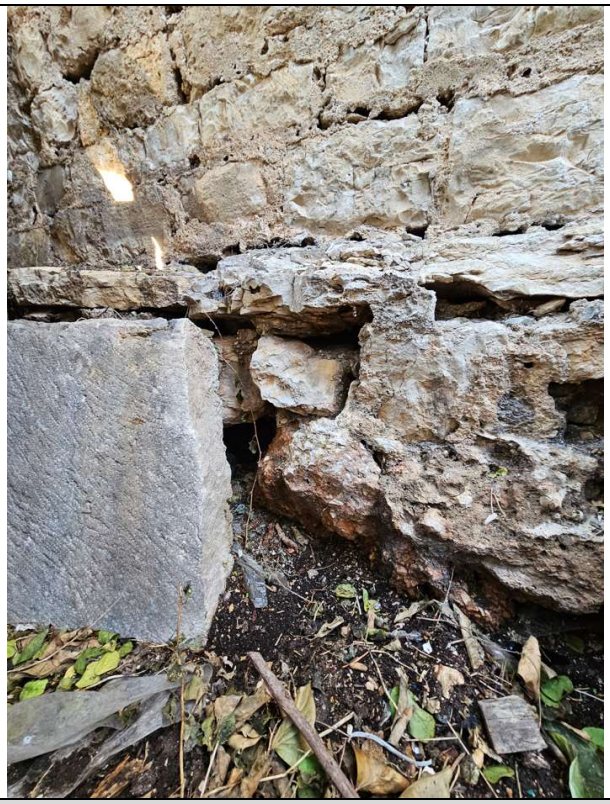


Slika 3-38 Istočna kula – prolaz

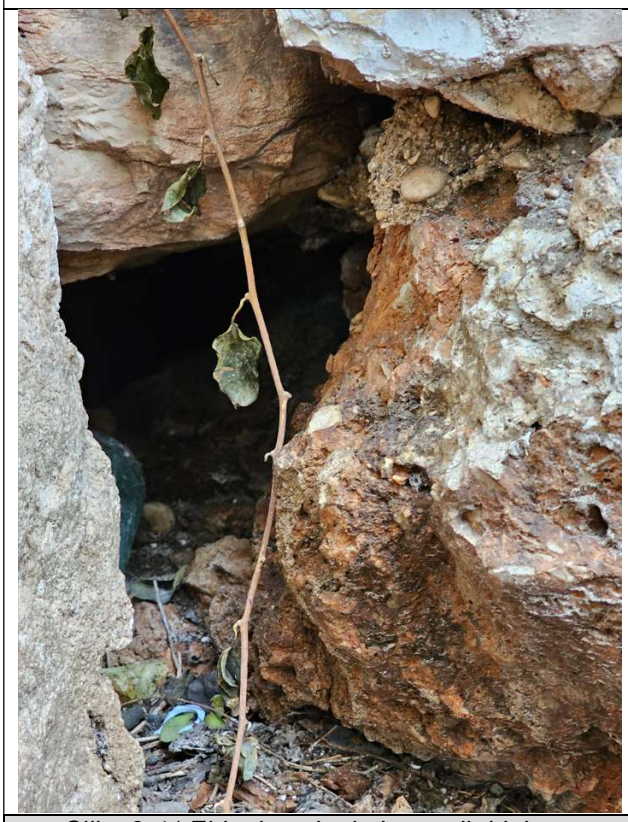
3.3 Zid



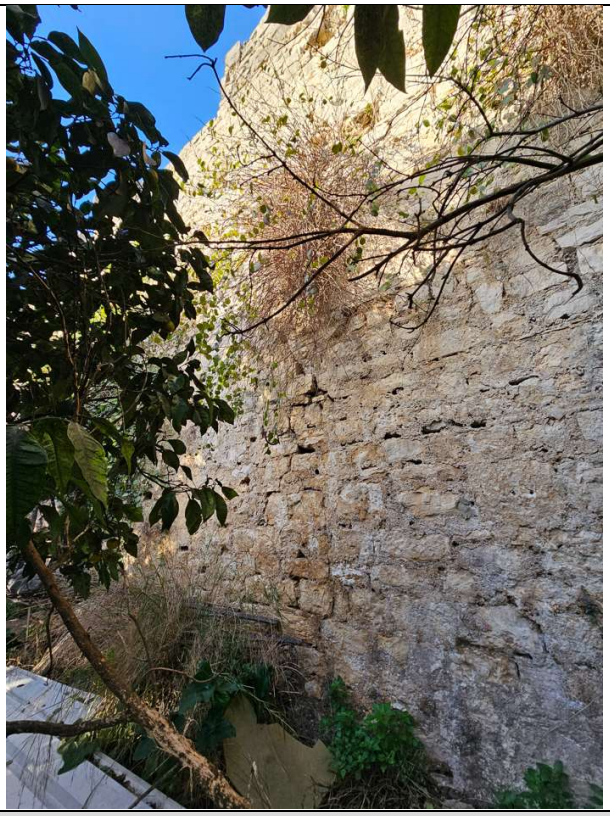
Slika 3-39 Zid – neispunjenost sljubnica



Slika 3-40 Zid – ispadanje kamenih blokova

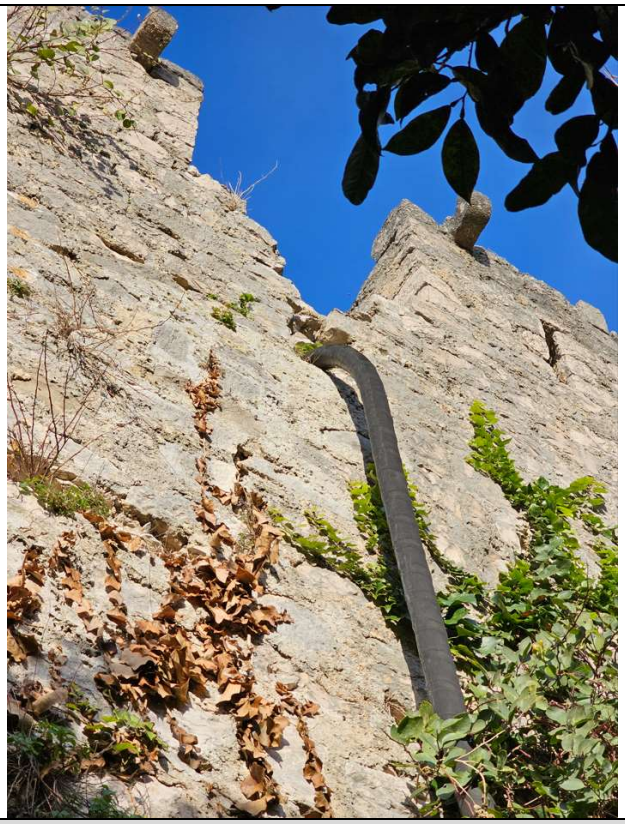


Slika 3-41 Zid – ispadanje kamenih blokova

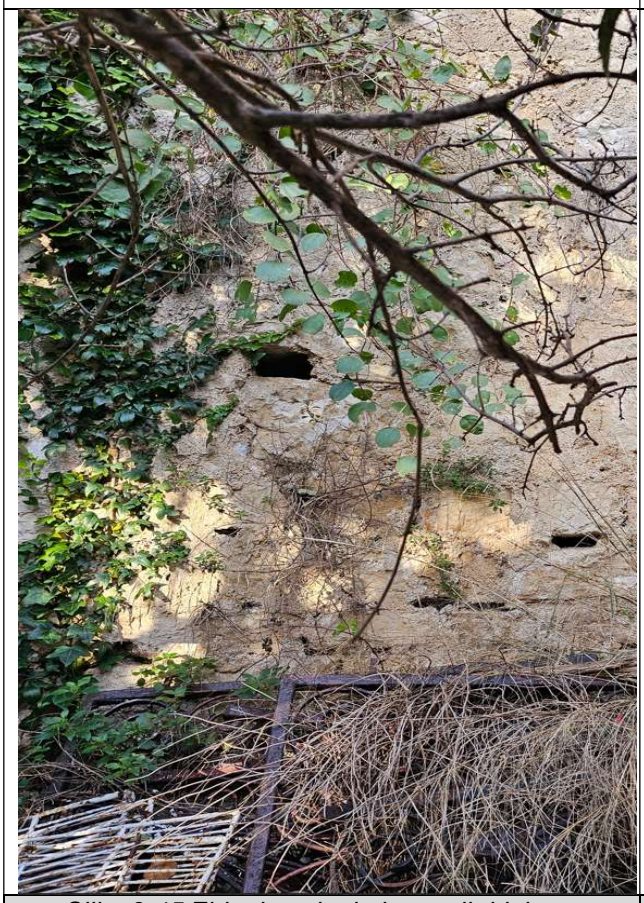


Slika 3-42 Zid – pukotine po sljubnicama

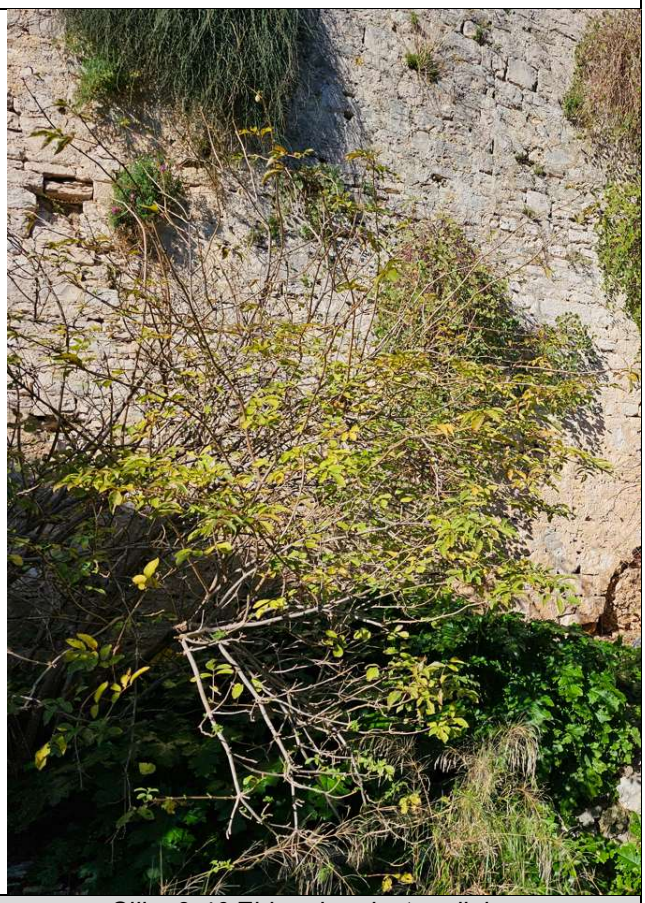
Slika 3-43 Zid – neispunjenost sljubnica i raslinje



Slika 3-44 Zid – neprimjerena intervencija



Slika 3-45 Zid – ispadanje kamenih blokova



Slika 3-46 Zid – obraslost raslinjem

Zaključak

Istočni dio gradskih zidina, za potrebe izrade projekta sanacije, može se podijeliti u tri zone: zid, krunište i kula. Vizualnim pregledom je svaki od tih dijelova detaljno pregledan i analiziran, a sva oštećenja i nedostaci su primjereno dokumentirani.

Na dijelu zidina koji je predmet ovog obuhvata uočene su tri glavne vrste oštećenja: vertikalne pukotine po sljubnicama, odlamanje i ispadanje kamenih elemenata iz strukture zida (većim dijelom u dnu zida) te neispunjenost sljubnica nastala zbog ispiranja vezivnog sredstva. Uz to, evidentirana je veća rasprostranjenost raslinja koje svojim korijenskim sustavom nepovoljno utječe na temeljnu strukturu zida kule razarajući vezivno sredstvo, kamene elemente i stvarajući pukotine unutar zida. Vizualnim pregledom nisu utvđeni prekomjerni pomaci zida iz svoje vertikalne ravnine.

Pregledom kruništa i svake pojedine krune uočavaju se lokalna oštećenja na svim krunama. U ta oštećenja ubrajamo ispiranje vezivnog sredstva iz vertikalnih i horizontalnih sljubnica uslijed djelovanja oborina, odlamanje i ispadanje dijelova kruna mehaničkim oštećenjem ili uslijed dotrajalosti i neodržavanja te površinsko raslojavanje i pucanje kamenih elemenata. Tijekom uporabe su na unutarnjim stranama kruna dodavani razni konstruktivni i nekonstruktivni elementi kao što su kuke, sidreni ankeri i čelični profili. Kod krune pod rednim brojem 12, specifično je to što je onda u nekom trenutku u povijesti dograđena te je znatno veća od svih ostalih kruna.

Istočna kula obnovljena je 2019. godine, no na vanjskom licu južnog pročelja uočava se veća pukotina koja pretežito prati vertikalne sljubnice i širi se prema temeljima. U unutrašnjosti kule, odnosno u svodu iznad prolaza kroz kulu javlja se nekoliko pukotina koje prate sljubnice, a pružaju se u smjeru sjever-jug, odnosno u smjeru nosivosti svoda. Uočava se i manje vertikalno odstupanje (izbočavanje) u sredini južnog zida kule. Samo dno kule na južnoj je strani u potpunosti obraslo raslinjem koje svojim korijenskim sustavom nepovoljno utječe na temeljnu strukturu zida kule razarajući vezivno sredstvo, kamene elemente i stvarajući pukotine unutar zida. Može se zaključiti da je upravo to otpadanje kamenih elemenata uzrokovano djelovanjem raslinja, prouzročilo pojavu vertikalne pukotine i njeno širenje. Izrazito vitke krune na vrhu kule potencijalno mogu imati problem bočne stabilnosti, što će se dokazati u nastavku projekta.

4 Istražni radovi

U nastavku će biti prikazani bitni dijelovi Izvještaja o provedenim istražnim radovima na jugoistočnom dijelu gradskih zidina i istočne kule izradio je Examen Lab d.o.o. iz Samobora, broj izvještaja EL-231213-01, prosinac 2023, koji pokazuju oštećenja zidina i rezultate ispitivanja.

Ovo je interni dokument Examen lab d.o.o.
Umnožavanje, prenošenje i upotreba izvan namjene i bez odobrenja Examen lab d.o.o., Samobor nije dopušteno.

2.1 Vizualni pregled

Na jugoistočnom dijelu zidina i istočnoj kuli proveden je stručni vizualni pregled kamene strukture s ciljem utvrđivanja nedostatak nastalih u gradnji i oštećenja nastala tijekom eksploatacije. Temeljem vizualnog pregleda odabrane su i lokacije za provedbu istražnih radova. Ispitivanja su provedena kako bi se dobili što relevantniji podaci o stanju zidina, odnosno kako bi se mogla odabrati optimalna sanacijska rješenja.
Vizualni pregled proveden je na istočnoj kuli i na jugoistočnom dijelu gradskih zidina. U nastavku je dan osvrt na provedeni pregled i fotodokumentaciju.

Općenito, vizualnim pregledom gradskih zidina utvrđena su oštećenja poput odlamanja i ispadanja kamenih blokova, neispunjenih vertikalnih i horizontalnih sljubnica, nastanka raslojavanja i pukotina po sljubnicama zida. Voda koju površinski slojevi kamena upiju, prilikom ciklusa smrzavanja i odmrzavanja širi i skuplja svoj volumen što uzrokuje razaranje strukture površinskih slojeva kamena. Uslijed dugog vremena eksploatacije (cca 800 godina) površinski slojevi kamenih elemenata su degradirani, vidljive su pukotine i ljuštenje kamenog materijala. Osim navedenih oštećenja zabilježena su tri dominantna oštećenja koja uslijed daljnjeg napretka mogu ugroziti nosivost i stabilnost zid. Radi se o pojavi pukotine odnosno vertikalnog raslojavanja zida uz sam početak zida na južnom dijelu. Druga dva oštećenja vezana su uz odron kamenog materijala iz zida uz blizini kule te na samoj kuli gdje se pojavilo i vertikalno raslojavanje.

ISTOČNA KULA

Na fotografijama ispod vidljiv je odron kamenog materijala u podnožju kule. Na odronu nastaje koncentracija naprezanja u zidu kule te dolazi do pojave pukotine/vertikalnog raslojavanja zida. Pukotina je širine cca 5 cm.

S unutrašnje strane kule vidljive su sanirane sljubnice, vjerojatno na mjestu nastalih pukotina (desna slika). Nedavno je provedena sanacija hodne površine nekom vrstom morta. Mort je čitavom površinom ispucao te voda procuruje kroz konstrukciju u prolaz ispod kule.

Ovo je interni dokument Examen lab d.o.o.
Umnožavanje, pretisak i upotreba izvan namjene i bez odobrenja
Examen lab d.o.o., Samobor nije dopušteno.

JUGOISTOČNI DIO ZIDINA

Najznačajnija oštećenja na zidinama zabilježena su na uglu zida (uz tržnicu) gdje se pojavila vertikalna pukotina (vertikalno raslojavanje zida, lijeva slika) te nekoliko metara od kule gdje dolazi do odrona kamenog materijala pri dnu zida. Raslojavanje na uglu zida rezultiralo je vertikalnim diskontinuitetom širine 10-ak cm. Raslojavanje narušava konstruktivnu cjelovitost zida te mu svojim daljnjim napretkom može ugroziti stabilnost. Pukotina prolazi i kroz krunu zida te joj također narušava stabilnost. Odron pri dnu zida uz kulu predstavlja opasnost u obliku pojave koncentriranih naprezanja koja mogu uzrokovati pojave novih raslojavanja i drugih oštećenja zida.

Vertikalna pukotina na zidu cca 4 metra od kule, proteže se od vrha do dna zida. Pukotina je nastala po sljubnicama.

Ovo je interni dokument Examen lab d.o.o.
Umnožavanje, prenošenje i upotreba izvan namjene i bez odobrenja Examen lab d.o.o., Samoborac nije dopušteno.

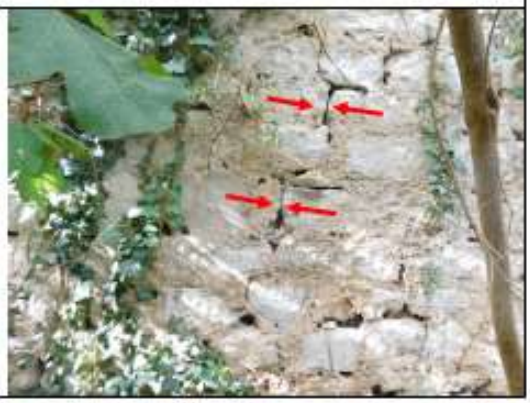
Karakteristična oštećenja ziđa su i lokalna odlamanja i ispadanja prvog reda kamenih elemenata iz strukture ziđa. Do odlamanja dolazi uslijed smrzavanja i odmrzavanja vode u strukturi kamena koja se pritom ljušti i odlama.

Gotovo sve istake krune zida su oštećene. Tijekom eksploatacije, uslijed utjecaja atmosferilija i zadržavanja vode na horizontalnim površinama, dolazi do degradacije veznog morta i otpadanja kamenih blokova iz strukture istaka.

Ovo je interni dokument Examen lab d.o.o.
Umnožavanje, prestanak i upotreba izvan namjene i bez odobrenja
Examen lab d.o.o., Samoboru nije dopušteno.

Također, na zidu su na više mjesta zabilježene neispunjene sljubnice. Mort je tijekom eksploatacije uslijed vremenskih čimbenika degradiran i ispada iz sljubnica, a na pojedinim mjestima su vidljivi i nedostaci iz doba gradnje odnosno mjesta na kojima mort nije ni ugrađen.

U nastavku su dane fotografije preostalih zabilježenih pukotina na zidinama prema shematski ucrtanim oštećenjima u prilogu ovoga elaborata.



Ovo je interni dokument Examen lab d.o.o.
Umnožavanje, prepisivanje i upotreba izvan namjene i bez odobrenja Examen lab d.o.o., Samobornje dopušteno.

3 Zaključak

Količine ispitivanja definirane su ugovorom KLASA: 406-02/23-01/22, URBROJ: 2181-2/01-01/1-23-08, od dana 24.03.2023. Točne ispitne pozicije definirane su temeljem obilaska lokacija, a sukladno potrebi za dobivanjem što relevantnijih podatka o stanju i karakteristikama zida, te sukladno pristupačnosti pojedinim lokacijama zida i kule. Sukladno svemu navedenom, provedena su sljedeća ispitivanja i radovi:

1. Stručni pregled kamene strukture uz kartiranje nalaza na fotogrametrijskoj podlozi i arhitektonskoj snimci;
2. Ispitivanje zida plosnatim pločama – Flat Jack (FJ) – 3 ispitne pozicije;
3. Utvrđivanje strukture zidanog sklopa bušenjem izvrtaka promjera ø100 mm kroz čitavu debljinu zidanog sklopa uz endoskopsko snimanje zidnih bušotina – 5 ispitnih pozicija;
4. Kemijska analiza morta na karakterističnim pozicijama utvrđenim pregledom;
5. Ultrazvučno plošno ispitivanje zidova radi utvrđivanja unutrašnje strukture zida;
6. Geomehaničko snimanje tla georadarom uz istočni dio zida – 6 ispitnih pozicija;

Vizualni pregled

Općenito vizualnim pregledom gradskih zidina utvrđena su oštećenja poput odlamanja i ispadanja kamenih blokova, neispunjenih vertikalnih i horizontalnih sljubnica, nastanka raslojavanja i pukotina po sljubnicama zida. Voda koju površinski slojevi kamena upiju, prilikom ciklusa smrzavanja i odmrzavanja širi i skupša svoj volumen što uzrokuje razaranje strukture površinskih slojeva kamena. Uslijed dugog vremena eksploatacije (cca 800 godina) površinski slojevi kamenih elemenata su degradirani, vidljive su pukotine i ljuštenje kamenog materijala. Osim navedenih oštećenja zabilježena su tri dominantna oštećenja koja u slučaju daljnjeg napredovanja mogu ugroziti nosivost i stabilnost zida. Radi se o pojavi pukotina odnosno vertikalnog raslojavanja zida uz sam početak zida na južnom dijelu. Pukotina je širine i do 10 cm, a proteže se od samog vrha zida. Istaka krune zida na spomenutoj lokaciji također je raslojena pukotinom te nema inicijalne povezanosti s ostatkom zida. Druga dva oštećenja vezana su uz odron kamenog materijala iz zida u blizini kule te na samoj kuli gdje se pojavilo i vertikalno raslojavanje u duljini cca 2 metra i širine 5 cm. Gotovo sve istake krune zida su oštećene. Uslijed degradacije veznog morta dolazi do destabilizacije otpadanja kamenih blokova s krune. Na zidu, vizualnim pregledom nisu utvrđeni prekomjerni pomaci zida iz vertikalne ravnine.

Prolazak zvučnog impulsa

Mjerenje brzine prolaska zvučnog impulsa provedeno je na ukupno dvije ispitne pozicije, jedna na početku zida i jedna na istočnom zidu kule. Rezultati mjerenja pokazuju srednje brzine prolaska zvučnog impulsa od 2416 *m/s* kod ispitne pozicije Z1 (početak zida) i 2518 *m/s* kod ispitne pozicije Z2 (istočni zid kule). Ispitivanje je provedeno na principu tomografije, gdje se s jednog mjesta pobude bilježi prijem na više različitih pozicija s druge strane zida. Time su dobivena preklapanja rezultata na pojedinim pozicijama, odnosno na istim točkama prijema zabilježeni su rezultati sa različitih pozicija pobude. Takvim preklapanjem rezultata dobivene su vrlo slične vrijednosti brzina prolaska ultrazvuka, što ukazuje da na ispitinim pozicijama u strukturi zida nije bilo većih nepravilnosti odnosno šupljina.

Standardne devijacije u ovom slučaju iznose 197 odnosno 410, dok koeficijent varijacije iznosi 8 % odnosno 17 % što ukazuje da su rezultati ispitivanja na mreži 5x3 međusobno vrlo slični i da nema značajnog rasipanja rezultata.

Bušenje zidnih izvrtaka

Bušenje zidnih izvrtaka provedeno je na ukupno 5 ispitnih pozicija te je na temelju vizualnog pregleda i endoskopiranja provedena klasifikacija zida prema postupku definiranog od Borri i sur.

Na temelju spomenute klasifikacije, zide gradskih zidina kategorizirano je kako slijedi u nastavku:

IZVRTAK V1, V3, V4, V5

	Vertikalno	Van ravnine	U ravnini
Kategorija	B	C	C
M_I			
MQI	2,8	1,75	2,1
Mehaničke karakteristike (min-max)	f_m (MPa)	E (MPa)	τ_0 (MPa)
	1,75 – 2,95	743,22 – 1093,09	0,030 – 0,046

Ovo je interni dokument Examen lab d.o.o.
Umnožavanje, pretisak i upotreba izvan namjene i bez odobrenja Examen lab d.o.o., Samobor nije dopušteno.

IZVRTAK V2

	Vertikalno	Van ravnine	U ravnini
Kategorija	B	C	C
M_I			
MQI	3,15	2,1	2,45
Mehaničke karakteristike (min-max)	f_m (MPa)	E (MPa)	τ_0 (MPa)
	1,89 – 3,16	789,83 – 1157,43	0,032 – 0,049

Vizualnim pregledom i endoskopiranjem izbušenih valjaka utvrđeno je kako je zid izveden bez većih šupljina i diskontinuiteta unutar zida, većina ošupljenja odnosi se na nepotpuno ispunjene sljubnice između kamenih blokova.

Ispitivanje plosnatim pločama (Flat Jack)

Flat Jack ispitivanja (ispitivanje tlačnim jastucima) provedeno je na ukupno tri pozicije, FJ1, FJ2, FJ3. Pozicija FJ1 nalazi se između 2. i 3. krune zida, 1 metar od tla, pozicija FJ2 između 6. i 7. krune zida, 1 metar od tla, pozicija FJ3 između 8. i 9. krune zida, 1 metar od tla.

Vrijednosti tangentnog modula elastičnosti su u rasponu od 1056 – 1334 MPa uz srednju vrijednost od 1222 MPa. Rezultati, dobiveni postupnim povećanjem opterećenja u sustavu i bilježenjem deformacija, pokazuju da su dobivene vrijednosti u skladu s očekivanim za takvu vrstu zida i starost konstrukcije i poklapaju se sa procijenjenim modulima elastičnosti dobivenim kategorizacijom zida prema Borriju.

Kemijska analiza morta

Analizom morta pod mikorskopom je utvrđeno da je u ispitnom uzorku ravnomjerna raspodjela zrna agregata i vapnene matrice. Uzorak je sastavljen od 30% zrna agregata veličine 25 µm – 7000 µm. Struktura agregata je vrlo neravnomjerna, ali prevladava agregat oblog oblika uz primjese drobljenog agregata. Uzorak je umjereno porozan. Većina pora je nepravilnog oblika, dok su neke pravilne pore vjerojatno posljedica rastapanja veziva. Sastav agregata je 45% vapno, 25% aluminijev silikat, 15% kalcita, 10% oksida i hidroksida željeza, 10% čestice ugljena, 3% monokristalni kvarc, 2 % poli kristalni kvarc. Vezivno sredstvo je kalcitno vapno. Grudice vapna su ravnomjerno raspoređene i prosječne su veličine 600 µm. Vezivo je na nekim mjestima rekristalizirano. Pukotine, pore i šupljine su djelomično ili potpuno ispunjene sekundarnim kalcitom. U prilogu je dan detaljni izvještaj o analizi morta.

Rezultati ispitivanja sastava tla ispred zidina

Rezultati refrakcijskih mjerenja na lokaciji generalno odgovaraju dvoslojnom slučaju rasporeda brzina, te se tlo ispred zidina može raščlaniti na dvije refrakcijske sredine: površinsku rastresitu zonu i zbijenu podlogu.
Površinska rastresita zona bila bi karakterizirana brzinama P vala do 750m/s, dok su u zbijenijoj podlozi registrirane brzine između 750 i 1600 m/s. Primijenjena metoda obrade (refrakcijska tomografija) pretpostavlja kontinuiranu promjenu brzine po dubini, pa se granicu među naslagama procjenjuje približno na izoliniju 750 m/s. Prema navedenoj podjeli debljina rastresitog pokrivača neposredno uz zid (na profilu P1) varira između 1 i 3 m, sa značajnijim porastom na samom kraju profila, dok je duž profila P2 nešto veća, između 2.5 i 4 m. Male modelirane brzine (manje od 500 m/s) odgovarale bi rastresitim naslagama površinskog tla na lokaciji, kao i nasutog materijala na završecima profila. U površinskom području dobivene su i izrazito male vrijednosti, manje od 250 m/s, što upućuje na značajniju dubinu rasprostiranja površinskog tla. Ispod naslaga pokrivača registrirana je zbijena podloga čija prevladavajuća brzina između 1000 i 1500 m/s upućuje da se radi o mekoj stijeni ili izrazito trošnoj stijenskoj masi. Duž izvedenih profila duljine 38,5 m nije registriran daljnji porast brzine s dubinom, pa se može zaključiti da unutar očekivanog dubinskog zahvata (najmanje 8m) ne treba očekivati značajnije poboljšanje geomehaničkih karakteristika sedimenata. Duž izvedenih profila nisu registrirane značajnije lateralne promjene brzine. U prilogu je dan detaljni izvještaj o analizi tla ispred zida.
Zaključno, može se reći da su gradske zidine u stanju koje je očekivano s obzirom na proteklo vrijem eksploatacije od gotovo 800 godina. Od znatnijih oštećenja zabilježena je pukotina/raslojavanje na početku zida te odron kamenog zida pri dnu zida na južnoj strani kule. Preostala oštećenja, poput ispadanja kamenih blokova, oštećenja morta i sljubnica te pojave vertikalnih pukotina po sljubnicama, posljedica su vremenskih utjecaja, degradacije materijala, slijeganja tla i sl. Ispitivanja su također pokazala rezultate očekivane za takvu vrstu i starost zida. Prema svemu navedenom, gradske zidine je potrebno u dogledno vrijeme sanirati kako bi im se očuvala i povećala postojeća nosivost i stabilnost, a samim time produljila trajnost i sačuvala kulturno povijesna vrijednost.

5 Zahvati pojačanja i popravka gradskih zidina

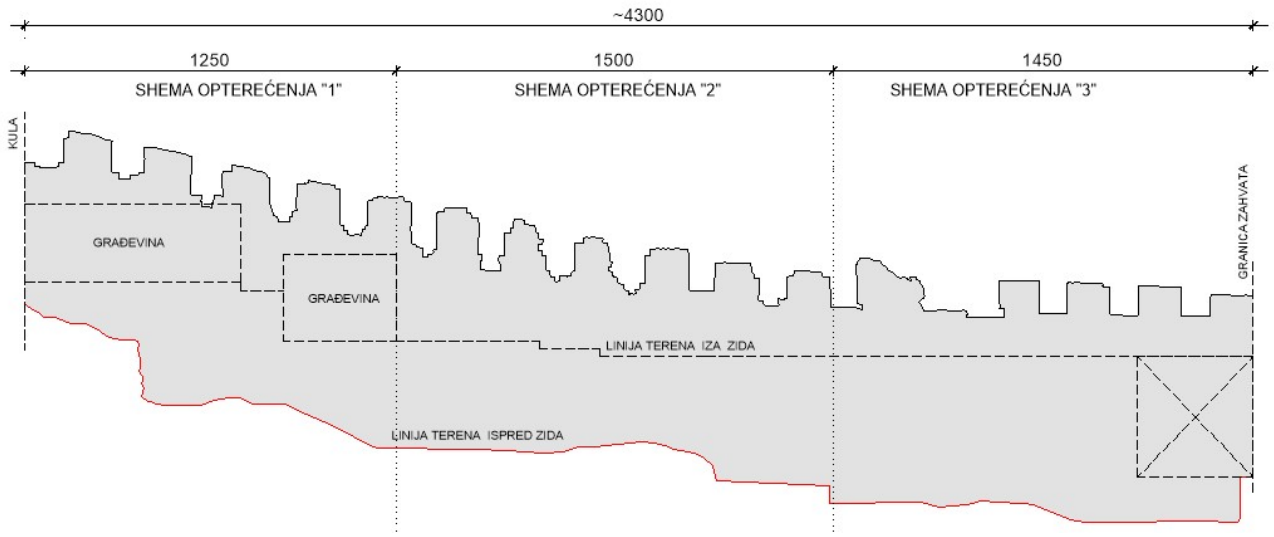
Nakon provedenih pregleda, istražnih radova i analize prikupljenih podataka, pristupa se pojačanju i popravku zidina, izvedbom sljedećih zahvata:

1. Zapunjavanje sljubnica iz kojih je vezivni materijal ispran ili mehanički uklonjen, čemu prethodi čišćenje sljubnica. Sljubnice se do dubine od 2 cm ispod površine zida zapunjavanja funkcionalnim vezivnim sredstvom (vapneno-cementnim mortom), a zadnja 2 cm zapunjavaju se završnim slojem morta čiji su sastav, struktura i boja odobreni od strane nadležne konzervatorske službe (jednokomponentni gotovi mort na bazi prirodnog hidrauličkog vapna NHL 3.5, s hidrauličkim dodacima s pucolanskim efektom, pijeskom i vlaknima).
2. Područja zida na kojima je došlo do pojave nestabilnosti ili ispadanja ugrađenih kamenih blokova iz strukture zidina, saniraju se dozidavanjem, po mogućnosti izvornim kamenim elementima. Povezivanje kamenih blokova i ispunjavanje sljubnica vrši se u skladu s opisom iz točke 1 ovog poglavlja.
3. Krunište zidina se rekonstruira postupkom restauracije, što označava postupak obnove graditeljskog nasljeđa kojim se povijesnim građevinama dodaju dijelovi koji su postojali u izvornom obliku, a danas nedostaju. U sklopu toga izvode se radovi dozidavanja kamene strukture zamjenskim elementima (jednostrano ili obostrano) te izvođenja malih konzolnih kamenih istaka na vrhovima kruna tamo gdje nedostaju. Kontura izvorne linije kruništa je pretpostavljena, a zbog nedostupnosti ili prekrivenosti raslinjem, oblici kamenih blokova su na određenim mjestima pretpostavljeni.
4. Razgradnja i rekonstrukcija dijelova zidina koji su izvedeni tijekom povijesti, tj. nisu bili dio izvorno izrađenih gradskih zidina.
5. Uklanjanje naknadno pričvršćenih elemenata na zidinama (betonskih istaka, čeličnih kuka, ankera, raznih pričvršćenja).
6. Popravak pješačkog ophoda s unutarnje strane zidina dodavanjem kamenih elemenata koji nedostaju te učvršćivanjem i povezivanjem postojećih elemenata.
7. Uređenje zidina s vanjske strane uklanjanjem raslinja (biološke kolonizacije) koje s korijenskim sustavom nepovoljno utječe na temeljnu strukturu zidina razarajući vezivno sredstvo, kamene elemente i stvarajući pukotine unutar zida.
8. Pojačanje svoda unutar kule ugradnjom staklene užadi (GFRP užad) promjera 10 mm. Užad se ugrađuje u vertikalne sljubnice, u otvore širine minimalno 16mm i dubine 50 mm. Prije polaganja užeta, ono se umoči u niskoviskoznu epoksidnu smolu i utisne u prethodno ugrađenu tiksotropnu epoksidnu smolu. Sljubnice se završno zapunjavaju s mikroarmiranim mortom opisanim u stavci 1.
9. Ugradnja čeličnih inoks štapnih sidara promjera 25 mm u tri zida kule, na visinskim kotama +20,35 m i +20,45 m. U kamenim zidovima prethodno se izbuše rupe promjera 15 cm i dubine 20 cm, a kameni izvrtci se deponiraju te se nakon ugradnje sidara vraćaju na izvornu poziciju. Bušenje ostatka zida vrši se u promjeru 50 mm u punoj dužini zida, te se u tako prethodno izbušene rupe ugrađuju štapna sidra. Slijedi injektiranje rupa epoksidno-akrilnim dvokomponentnim ljepilom za sidrenja, bez otapala i stirena. Sidrenje sidara izvodi se na krajevima preko inoks anker ploče kružnog tlocrtnog oblika debljine 20 mm i promjera 120 mm.
10. Bočna stabilizacija kruništa kule ugradnjom vertikalnih čeličnih inoks sidara promjera 25 mm u sredini poprečnih presjeka svake krune. U kamenim krunama prethodno se izbuše rupe promjera 15 cm i dubine 20 cm, a kameni izvrtci se deponiraju te se nakon ugradnje sidara vraćaju na izvorne pozicije. Bušenje ostatka zida vrši se u promjeru 50 mm u punoj dužini zida, te se u tako prethodno izbušene rupe ugrađuju štapna sidra. Slijedi injektiranje rupa epoksidno-akrilnim dvokomponentnim ljepilom za sidrenja, bez otapala i stirena. Sidrenje sidara izvodi se na krajevima preko inoks anker ploče kružnog tlocrtnog oblika debljine 20 mm i promjera 120 mm. Duljina sidara iznosi 250 cm. Duljina šipki iznosi 250 cm.

6 Proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti kamenih zidina

Proračunima mehaničke otpornosti i stabilnosti prethodi izvedba svih predviđenih zahvata pojačanja i popravka konstrukcije zidina kojima se postiže homogenost strukture te sprječavaju lokalni mehanizmi otkazivanja.

U sklopu ovog projekta provode numeričke analize i proračuni mehaničke otpornosti i stabilnosti kamenih zidina. Promatra se istočni dio gradskih zidina i kula, a za potrebe proračuna izdvojit će se segment zida između kule i jugoistočnog ugla zida, približne duljine 45 metara. Zid je izveden u nagibu i približno prati nagib prirodnog terena ispred lica zida. Teren iza zida je umjetno oblikovan uz izvođenje novih terasa i manjih građevina. U proračunu će se izdvojiti tri segmenta zida, odnosno tri sheme opterećenja na zid kako bi se opterećenje uprosječilo. Prva shema opterećenja odnosi se na dio zida u duljni od 12,5 m koji je pretežito opterećen horizontalnim pritiscima tla ispod izvedenih susjednih građevina izgrađenih neposredno iza zida. Druga shema opterećenja odnosi se na dio zida duljine približno 15,0 m iza kojeg je izgrađena terasa na prosječnoj visini od 3,7 m u odnosu na teren iza zida. Treća shema opterećenja odnosi se na dio zida duljine približno 14,5 m iza kojeg je izgrađena terasa na prosječnoj visini od 5,0 m u odnosu na teren iza zida.



U nastavku je dana anliza opterećenja nakon koje će se provesti sljedeći numerički proračuni:

1. Proračun stabilnosti zida na horizontalno statičko djelovanje zemlje – ručni proračun
2. Proračun otpornosti zida na horizontalno statičko djelovanje zemlje – Histra
3. Proračun stabilnosti zida na seizmičko opterećenje - Histra
4. Proračun stabilnosti kamenih kruna u slučaju potresa – ručni proračun

6.1 Analiza opterećenja

6.1.1 Vlastita težina

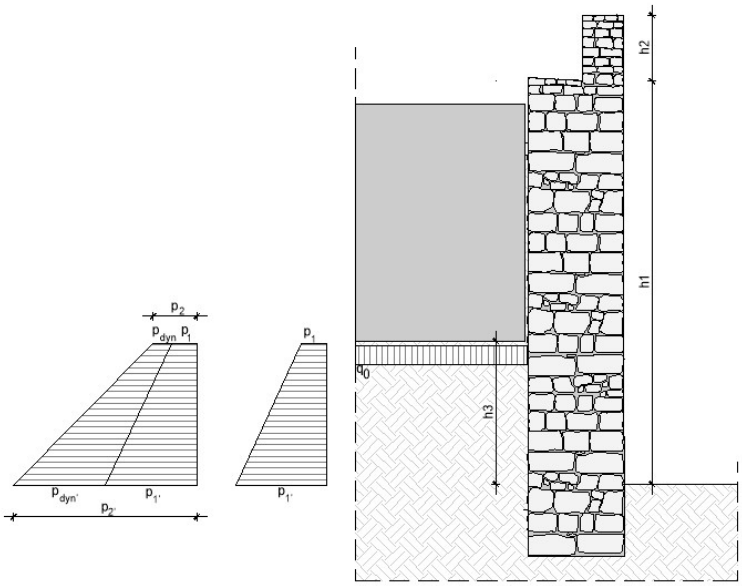
Specifična gustoća kamena: γ_{kamen} = 25 kN/m^3

6.1.2 Opterećenje zemljom

Podaci o materijalima:

Specifična gustoća zemljanog nasipa:	γ_{zemlja} = 20 kN/m^3
Kut unutarnjeg trenja zemljanog nasipa:	φ = 20°
Kut nagiba terena iza zida:	β = 0°
Kut nagiba lica zida:	α = 90°
Kut reakcije na zid:	δ = 2/3 φ = 13,3 °

6.1.2.1 Shema opterećenja „1“



Geometrija i poprečni presjeci:

Visina zida do ophoda:	h_1 = 575 cm
Visina zida iznad ophoda:	h_2 = 250 cm
Visina zemlje iza zida:	h_3 = 300 cm
Širina zida do ophoda:	b_1 = 160 cm
Širina zida iznad ophoda:	b_2 = 65 cm

Opterećenja:

Opterećenje na tlo od građevine:	q_0 = 25,00 kN/m^2

Statičko opterećenje zemljom na zid – p_1 i $p_{1'}$

Proračunski parametri prema proračunskom pristupu 3, kombinacija A1 + M2 + R3:

Kut unutarnjeg trenja:	φ_d = arctg (tg φ/γ_φ) = 16,23°
Kut reakcije na zid:	δ_d = 2/3 φ_d = 10,82°

Koeficijent aktivnog pritiska: $k_{A,stat} = \frac{sin^2(\alpha+\varphi_d)}{sin^2\alpha \cdot \sin(\alpha-\delta_d)\cdot\left[1+\sqrt{\frac{\sin(\varphi_d+\delta_d)\cdot\sin(\varphi_d-\beta)}{\sin(\alpha-\delta_d)\cdot\sin(\alpha+\beta)}}\right]^2} = 0{,}508$

Statičko opterećenje zemljom: $p_1 = k_{A,stat} \cdot q_0 = 12{,}70$ kN/m²

$p_{1'} = p_1 + k_{A,stat} \cdot \gamma \cdot h_3 = 43{,}18$ kN/m²

Dinamička komponenta opterećenja na zid od zemlje (za potresno djelovanje) – p_{dyn} i $p_{dyn'}$

PP 475

Proračun dinamičkog koeficijenta (prema HRN EN 1998-5):

Potresni koeficijent za horizontalni smjer: $k_h = \alpha \cdot S/r = 0{,}13$

$\alpha = a_g/g = 0{,}19$

S = 1,0 (za kategoriju tla A)

r = 1,5 (gravitacijski zidovi)

Potresni koeficijent za vertikalni smjer: $kv = \pm 0{,}33\ k_h = \pm 0{,}04$

$tg\ \Theta = \frac{\gamma}{\gamma-\gamma_w} \cdot \frac{k_h}{1\pm k_v}$ $\Theta_1 = 6{,}56°$; $\Theta_2 = 7{,}13°$

Koeficijent dinamičkog pritiska: $k_{A,dyn} = \frac{sin^2(\alpha+\varphi_d-\theta)}{cos\theta\cdot sin^2\alpha\cdot\sin(\alpha-\delta_d-\theta)\cdot\left[1+\sqrt{\frac{\sin(\varphi_d+\delta_d)\cdot\sin(\varphi_d-\beta-\theta)}{\sin(\alpha-\delta_d-\theta)\cdot\sin(\alpha+\beta)}}\right]^2} = 0{,}631$

Dinamička komponenta opterećenja zemljom: $p_{dyn,475} = (k_{A,dyn} - k_{A,stat}) \cdot q_0 = 3{,}08$ kN/m²

$p_{dyn',475} = p_{dyn,475} + (k_{A,dyn,475} - k_{A,stat}) \cdot \gamma \cdot h_3 = 10{,}46$ kN/m²

Ukupno opterećenje zemljom u seizmičkoj kombinaciji djelovanja:

$p_2 = p_1 + p_{dyn,475} = 15{,}78$ kN/m²

$p_{2'} = p_{1'} + p_{dyn',475} = 53{,}64$ kN/m²

PP 95

Proračun dinamičkog koeficijenta (prema HRN EN 1998-5):

Potresni koeficijent za horizontalni smjer: $k_h = \alpha \cdot S/r = 0{,}06$

$\alpha = a_g/g = 0{,}09$

S = 1,0 (za kategoriju tla A)

r = 1,5 (gravitacijski zidovi)

Potresni koeficijent za vertikalni smjer: $kv = \pm 0{,}33\ k_h = \pm 0{,}02$

$tg\ \Theta = \frac{\gamma}{\gamma-\gamma_w} \cdot \frac{k_h}{1\pm k_v}$ $\Theta_1 = 3{,}36°$; $\Theta_2 = 3{,}50°$

Koeficijent dinamičkog pritiska: $k_{a,dyn,95} = \frac{sin^2(\alpha+\varphi_d-\theta)}{cos\theta\cdot sin^2\alpha\cdot\sin(\alpha-\delta_d-\theta)\cdot\left[1+\sqrt{\frac{\sin(\varphi_d+\delta_d)\cdot\sin(\varphi_d-\beta-\theta)}{\sin(\alpha-\delta_d-\theta)\cdot\sin(\alpha+\beta)}}\right]^2} = 0{,}559$

Dinamička komponenta opterećenja zemljom: $p_{dyn,95} = (k_{A,dyn,95} - k_{A,stat}) \cdot q_0 = 1{,}28$ kN/m²

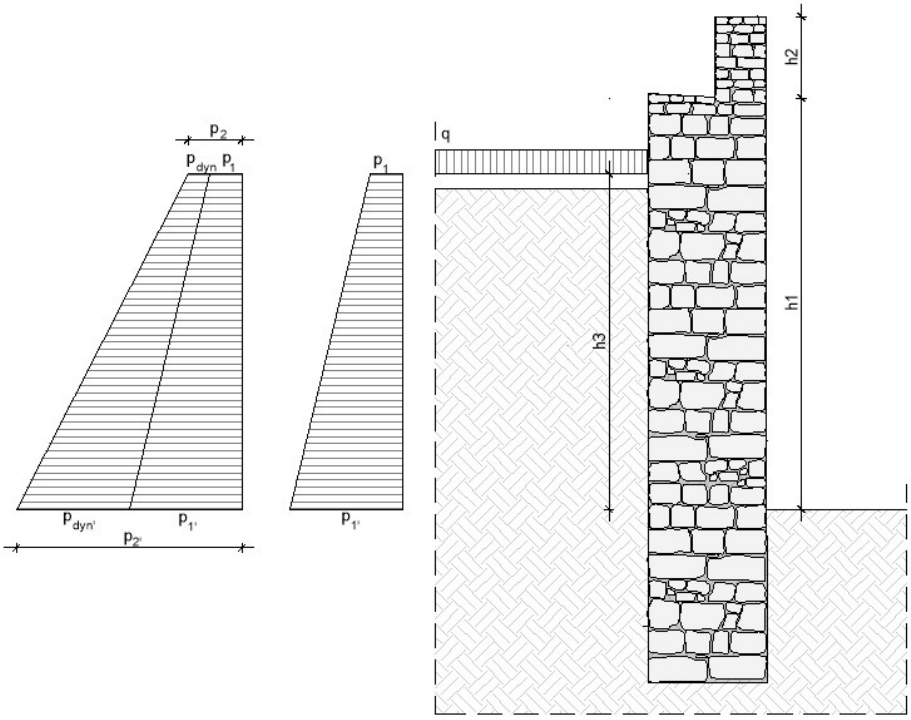
$p_{dyn',95} = p_{dyn,95} + (k_{A,dyn,95} - k_{A,stat}) \cdot \gamma \cdot h_3 = 4{,}34$ kN/m²

Ukupno opterećenje zemljom u seizmičkoj kombinaciji djelovanja:

$p_2 = p_1 + p_{dyn,95} = 13{,}98$ kN/m²

$p_{2'} = p_{1'} + p_{dyn',95} = 47{,}52$ kN/m²

6.1.2.2 Shema opterećenja „2“



Geometrija i poprečni presjeci:

Visina zida do ophoda:	h_1 = 480 cm
Visina zida iznad ophoda:	h_2 = 250 cm
Visina zemlje iza zida:	h_3 = 370 cm
Širina zida do ophoda:	b_1 = 160 cm
Širina zida iznad ophoda:	b_2 = 65 cm

Opterećenja:

Uporabno opterećenje iza zida:	q = 4,00 kN/m^2

Statičko opterećenje zemljom na zid – p_1 i $p_{1'}$

Proračunski parametri prema proračunskom pristupu 3, kombinacija A1 + M2 + R3:

Kut unutarnjeg trenja: $\varphi_d = \text{arctg}\,(\text{tg}\,\varphi/\gamma_\varphi) = 16{,}23°$

Kut reakcije na zid: $\delta_d = 2/3\ \varphi_d = 10{,}82°$

Koeficijent aktivnog pritiska:

$$k_{A,stat} = \frac{sin^2(\alpha+\varphi_d)}{sin^2\alpha \cdot \sin(\alpha-\delta_d)\cdot\left[1+\sqrt{\frac{\sin(\varphi_d+\delta_d)\cdot\sin(\varphi_d-\beta)}{\sin(\alpha-\delta_d)\cdot\sin(\alpha+\beta)}}\right]^2} = 0{,}508$$

Statičko opterećenje zemjom: $p_1 = k_{A,stat} \cdot q = 2{,}03$ kN/m^2

$p_{1'} = p_1 + k_{A,stat} \cdot \gamma \cdot h_3 = 39{,}62$ kN/m^2

Dinamička komponenta opterećenja na zid od zemlje (za potresno djelovanje) – p_{dyn} i $p_{dyn'}$

PP 475

Proračun dinamičkog koeficijenta (prema HRN EN 1998-5):

Potresni koeficijent za horizontalni smjer: $k_h = \alpha \cdot S/r = 0{,}13$

$\alpha = a_g/g = 0{,}19$

$S = 1{,}0$ (za kategoriju tla A)

$r = 1{,}5$ (gravitacijski zidovi)

Potresni koeficijent za vertikalni smjer: $kv = \pm 0{,}33\ k_h = \pm 0{,}04$

$$\text{tg}\ \Theta = \frac{\gamma}{\gamma-\gamma_w} \cdot \frac{k_h}{1 \pm k_v} \qquad \Theta_1 = 6{,}56°\ ;\ \Theta_2 = 7{,}13°$$

Koeficijent dinamičkog pritiska:
$$k_{a,dyn,475} = \frac{sin^2(\alpha+\varphi_d-\theta)}{cos\theta \cdot sin^2\alpha \cdot \sin(\alpha-\delta_d-\theta) \cdot \left[1+\sqrt{\frac{\sin(\varphi_d+\delta_d)\cdot\sin(\varphi_d-\beta-\theta)}{\sin(\alpha-\delta_d-\theta)\cdot\sin(\alpha+\beta)}}\right]^2} = 0{,}631$$

Dinamička komponenta opterećenja zemljom: $p_{dyn,475} = (k_{A,dyn,475} - k_{A,stat}) \cdot q_0 = 0{,}49\ kN/m^2$

$p_{dyn',475} = p_{dyn,475} + (k_{A,dyn,475} - k_{A,stat}) \cdot \gamma \cdot h_3 = 9{,}59\ kN/m^2$

Ukupno opterećenje zemljom u seizmičkoj kombinaciji djelovanja:

$p_2 = p_1 + p_{dyn,475} = 2{,}52\ kN/m^2$

$p_{2'} = p_{1'} + p_{dyn',475} = 49{,}21\ kN/m^2$

PP 95

Proračun dinamičkog koeficijenta (prema HRN EN 1998-5):

Potresni koeficijent za horizontalni smjer: $k_h = \alpha \cdot S/r = 0{,}06$

$\alpha = a_g/g = 0{,}09$

$S = 1{,}0$ (za kategoriju tla A)

$r = 1{,}5$ (gravitacijski zidovi)

Potresni koeficijent za vertikalni smjer: $kv = \pm 0{,}33\ k_h = \pm 0{,}02$

$$\text{tg}\ \Theta = \frac{\gamma}{\gamma-\gamma_w} \cdot \frac{k_h}{1 \pm k_v} \qquad \Theta_1 = 3{,}36°\ ;\ \Theta_2 = 3{,}50°$$

Koeficijent dinamičkog pritiska:
$$k_{a,dyn,95} = \frac{sin^2(\alpha+\varphi_d-\theta)}{cos\theta \cdot sin^2\alpha \cdot \sin(\alpha-\delta_d-\theta) \cdot \left[1+\sqrt{\frac{\sin(\varphi_d+\delta_d)\cdot\sin(\varphi_d-\beta-\theta)}{\sin(\alpha-\delta_d-\theta)\cdot\sin(\alpha+\beta)}}\right]^2} = 0{,}559$$

Dinamička komponenta opterećenja zemljom: $p_{dyn,95} = (k_{A,dyn,95} - k_{A,stat}) \cdot q_0 = 0{,}22\ kN/m^2$

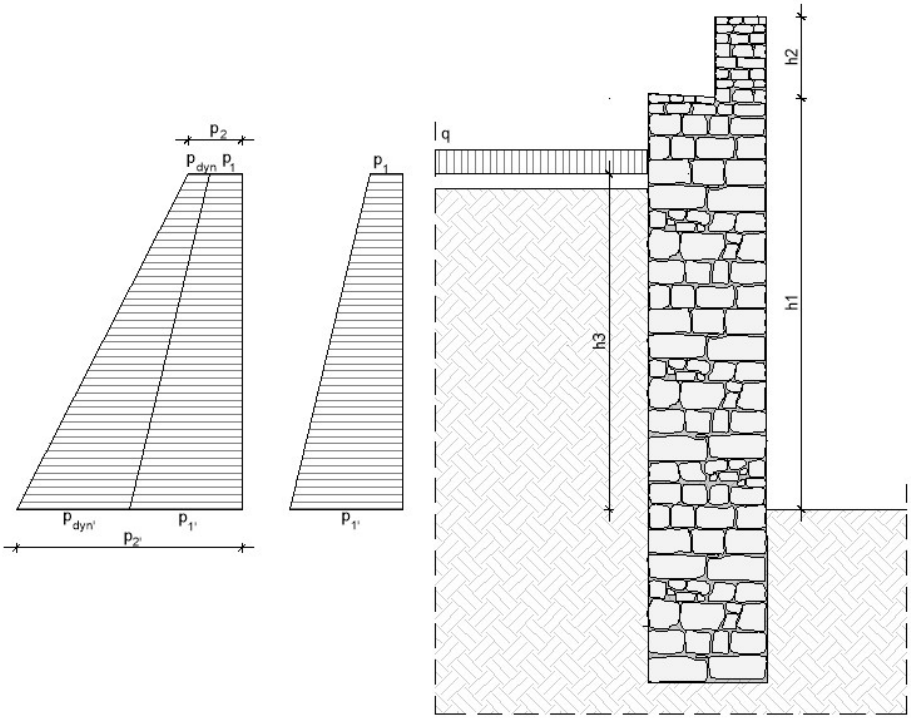
$p_{dyn',95} = p_{dyn,95} + (k_{A,dyn,95} - k_{A,stat}) \cdot \gamma \cdot h_3 = 3{,}77\ kN/m^2$

Ukupno opterećenje zemljom u seizmičkoj kombinaciji djelovanja:

$p_2 = p_1 + p_{dyn,95} = 2{,}25\ kN/m^2$

$p_{2'} = p_{1'} + p_{dyn',95} = 43{,}39\ kN/m^2$

6.1.2.3 Shema opterećenja „3“



Geometrija i poprečni presjeci:

Visina zida do ophoda:	h_1 = 570 cm
Visina zida iznad ophoda:	h_2 = 215 cm
Visina zemlje iza zida:	h_3 = 500 cm
Širina zida do ophoda:	b_1 = 160 cm
Širina zida iznad ophoda:	b_2 = 65 cm

Opterećenja:

Uporabno opterećenje iza zida:	q = 4,00 kN/m^2

Statičko opterećenje zemljom na zid – p_1 i $p_{1'}$

Proračunski parametri prema proračunskom pristupu 3, kombinacija A1 + M2 + R3:

Kut unutarnjeg trenja: $\varphi_d = \text{arctg}\,(\text{tg}\,\varphi/\gamma_\varphi) = 16{,}23°$

Kut reakcije na zid: $\delta_d = 2/3\ \varphi_d = 10{,}82°$

Koeficijent aktivnog pritiska:

$$k_{A,stat} = \frac{sin^2(\alpha+\varphi_d)}{sin^2\alpha \cdot \sin(\alpha-\delta_d)\cdot\left[1+\sqrt{\frac{\sin(\varphi_d+\delta_d)\cdot\sin(\varphi_d-\beta)}{\sin(\alpha-\delta_d)\cdot\sin(\alpha+\beta)}}\right]^2} = 0{,}508$$

Statičko opterećenje zemjom: $p_1 = k_{A,stat} \cdot q = 2{,}03$ kN/m^2

$p_{1'} = p_1 + k_{A,stat} \cdot \gamma \cdot h_3 = 52{,}83$ kN/m^2

Dinamička komponenta opterećenja na zid od zemlje (za potresno djelovanje) – p_{dyn} i $p_{dyn'}$

PP 475

Proračun dinamičkog koeficijenta (prema HRN EN 1998-5):

Potresni koeficijent za horizontalni smjer: $k_h = \alpha \cdot S/r = 0{,}12$

$\alpha = a_g/g = 0{,}19$

$S = 1{,}0$ (za kategoriju tla A)

$r = 1{,}5$ (gravitacijski zidovi)

Potresni koeficijent za vertikalni smjer: $kv = \pm\, 0{,}33\, k_h = \pm\, 0{,}04$

$$\text{tg}\,\Theta = \frac{\gamma}{\gamma-\gamma_w}\cdot\frac{k_h}{1\pm k_v} \qquad \Theta_1 = 6{,}56°\ ;\ \Theta_2 = 7{,}13°$$

Koeficijent dinamičkog pritiska:
$$k_{a,dyn,475} = \frac{sin^2(\alpha+\varphi_d-\theta)}{cos\theta\cdot sin^2\alpha\cdot\sin(\alpha-\delta_d-\theta)\cdot\left[1+\sqrt{\frac{\sin(\varphi_d+\delta_d)\cdot\sin(\varphi_d-\beta-\theta)}{\sin(\alpha-\delta_d-\theta)\cdot\sin(\alpha+\beta)}}\right]^2} = 0{,}631$$

Dinamička komponenta opterećenja zemljom: $p_{dyn,475} = (k_{A,dyn,475} - k_{A,stat}) \cdot q_0 = 0{,}49\ kN/m^2$

$p_{dyn',475} = p_{dyn,475} + (k_{A,dyn,475} - k_{A,stat}) \cdot \gamma \cdot h_3 = 12{,}79\ kN/m^2$

Ukupno opterećenje zemljom u seizmičkoj kombinaciji djelovanja za PP 475:

$p_2 = p_1 + p_{dyn,95} = 2{,}52\ kN/m^2$

$p_{2'} = p_{1'} + p_{dyn',95} = 65{,}62\ kN/m^2$

PP 95

Proračun dinamičkog koeficijenta (prema HRN EN 1998-5):

Potresni koeficijent za horizontalni smjer: $k_h = \alpha \cdot S/r = 0{,}06$

$\alpha = a_g/g = 0{,}09$

$S = 1{,}0$ (za kategoriju tla A)

$r = 1{,}5$ (gravitacijski zidovi)

Potresni koeficijent za vertikalni smjer: $kv = \pm\, 0{,}33\, k_h = \pm\, 0{,}02$

$$\text{tg}\,\Theta = \frac{\gamma}{\gamma-\gamma_w}\cdot\frac{k_h}{1\pm k_v} \qquad \Theta_1 = 3{,}36°\ ;\ \Theta_2 = 3{,}50°$$

Koeficijent dinamičkog pritiska:
$$k_{a,dyn,95} = \frac{sin^2(\alpha+\varphi_d-\theta)}{cos\theta\cdot sin^2\alpha\cdot\sin(\alpha-\delta_d-\theta)\cdot\left[1+\sqrt{\frac{\sin(\varphi_d+\delta_d)\cdot\sin(\varphi_d-\beta-\theta)}{\sin(\alpha-\delta_d-\theta)\cdot\sin(\alpha+\beta)}}\right]^2} = 0{,}559$$

Dinamička komponenta opterećenja zemljom: $p_{dyn,95} = (k_{A,dyn,95} - k_{A,stat}) \cdot q_0 = 0{,}22\ kN/m^2$

$p_{dyn',95} = p_{dyn,95} + (k_{A,dyn,95} - k_{A,stat}) \cdot \gamma \cdot h_3 = 5{,}82\ kN/m^2$

Ukupno opterećenje zemljom u seizmičkoj kombinaciji djelovanja:

$p_2 = p_1 + p_{dyn,95} = 2{,}25\ kN/m^2$

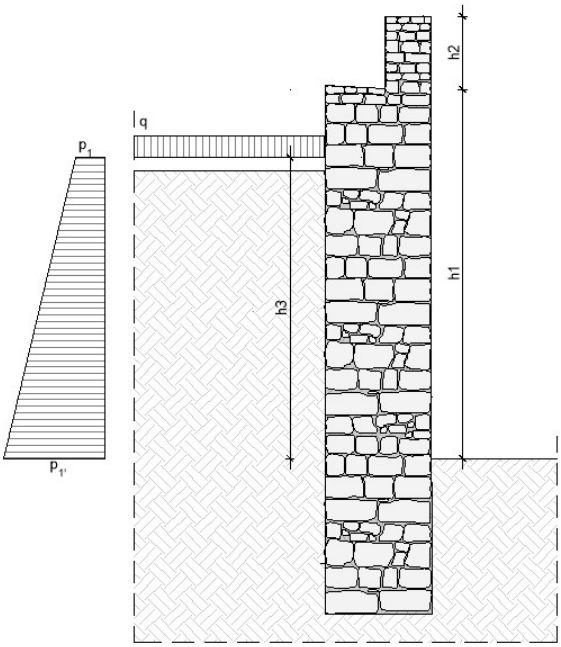
$p_{2'} = p_{1'} + p_{dyn',95} = 58{,}65\ kN/m^2$

Tablica 6-1 Rekapitulacija opterećenja zemljom

Shema opterećenja	GSN / GSU		Potres 475		Potres 95	
	Gore	Dolje	Gore	Dolje	Gore	Dolje
1	12,70 kN/m²	43,18 kN/m²	15,78 kN/m²	53,64 kN/m²	13,98 kN/m²	47,52 kN/m²
2	2,03 kN/m²	39,62 kN/m²	2,52 kN/m²	49,21 kN/m²	2,25 kN/m²	43,39 kN/m²
3	2,03 kN/m²	52,83 kN/m²	2,52 kN/m²	65,62 kN/m²	2,25 kN/m²	58,65 kN/m²

6.1.2.4 Shema opterećenja „4“ (za proračun stabilnosti zida na prevrtanje)

Za proraču stabilnosti zida odabire se prosječna vrijednost visine zida i zemlje koja ga pritišće (presjek kroz krunu 11).



Poprečni presjeci:

Visina zida do ophoda:	h_1 = 525 cm
Visina zida iznad ophoda:	h_2 = 210 cm
Visina zemlje iza zida:	h_3 = 430 cm
Širina zida do ophoda:	b_1 = 160 cm
Širina zida iznad ophoda:	b_2 = 65 cm

Proračunski parametri prema proračunskom pristupu 3, kombinacija A1 + M2 + R3:

Kut unutarnjeg trenja: $\varphi_d = \text{arctg}\,(\text{tg}\,\varphi/\gamma_\varphi) = 16{,}23°$

Kut reakcije na zid: $\delta_d = 2/3\ \varphi_d = 10{,}82°$

Koeficijent aktivnog pritiska:

$$k_{A,stat} = \frac{sin^2(\alpha + \varphi_d)}{sin^2\alpha \cdot \sin(\alpha - \delta_d) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi_d + \delta_d) \cdot \sin(\varphi_d - \beta)}{\sin(\alpha - \delta_d) \cdot \sin(\alpha + \beta)}}\right]^2} = 0{,}508$$

Statičko opterećenje zemjom: $p_1 = k_{A,stat} \cdot q = 2{,}03\ kN/m^2$

$p_{1'} = p_1 + k_{A,stat} \cdot \gamma \cdot h_3 = 43{,}69\ kN/m^2$

6.1.3 Opterećenje potresom

Opterećenje sukladno normi HRN EN 1998-1:2012 i pripadajućem nacionalnom dodatku.

Slika 6-1 Karta potresnih područja Hrvatske (izvor: seizkarta.gfz.hr)

Vršno ubrzanje tla	a_g = 0,189 g (475 god)
	a_g = 0,134 g (225 god)
	a_g = 0,092 g (95 god)
Razred tla	A
Razred važnosti	II

6.2 Proračun zida za granično stanje nosivosti

Nelinearna statička analiza provedena je u programu HiStrA. Geometrija je određena iz snimaka postojećeg stanja, a mehaničke karakteristike zida usvojene su prema istražnim radovima.

Statičko opterećenje vlastite težine i bočnog pritiska tla unosi se funkcijom opterećenja.

Ukoliko je moguće funkciju opterećenja u cijelosti nanijeti na model, analiza se smatra uspješnom, a konstrukcija stabilnom. Analiza se na određenom koraku unošenja opterećenja može prekinuti, a uvjet prekida određen je dosezanjem maksimalnih definiranih pomaka konstrukcije ili u trenutku pada naprezanja za 20%. Naneseno statičko opterećenje u koraku u kojem je analiza prekinuta je maksimalno opterećenje koje konstrukcija može podnijeti bez narušavanja stabilnosti.

6.2.1 Ulazni podaci

Klasa uporabe: II
Prigušenje: 5%
Tip tla: A
Topografski tip: T3 – zid se nalazi na nizdbrdici

Materijal

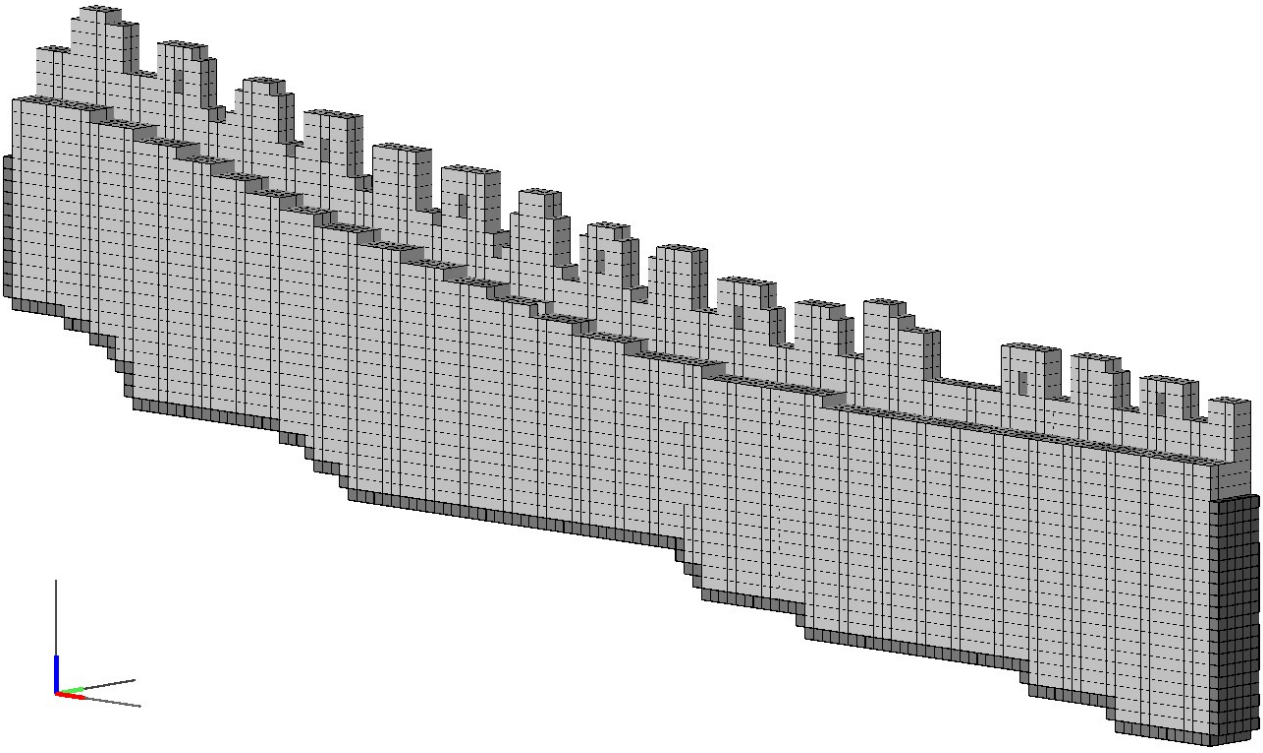
Zidine su uzidane od kamena čije dimenzije su do 50 cm. Sljubnice su djelomično ispunjene mortom s ravnomjernom raspodjelom zrna agregata i dominantno vapnene matrice.

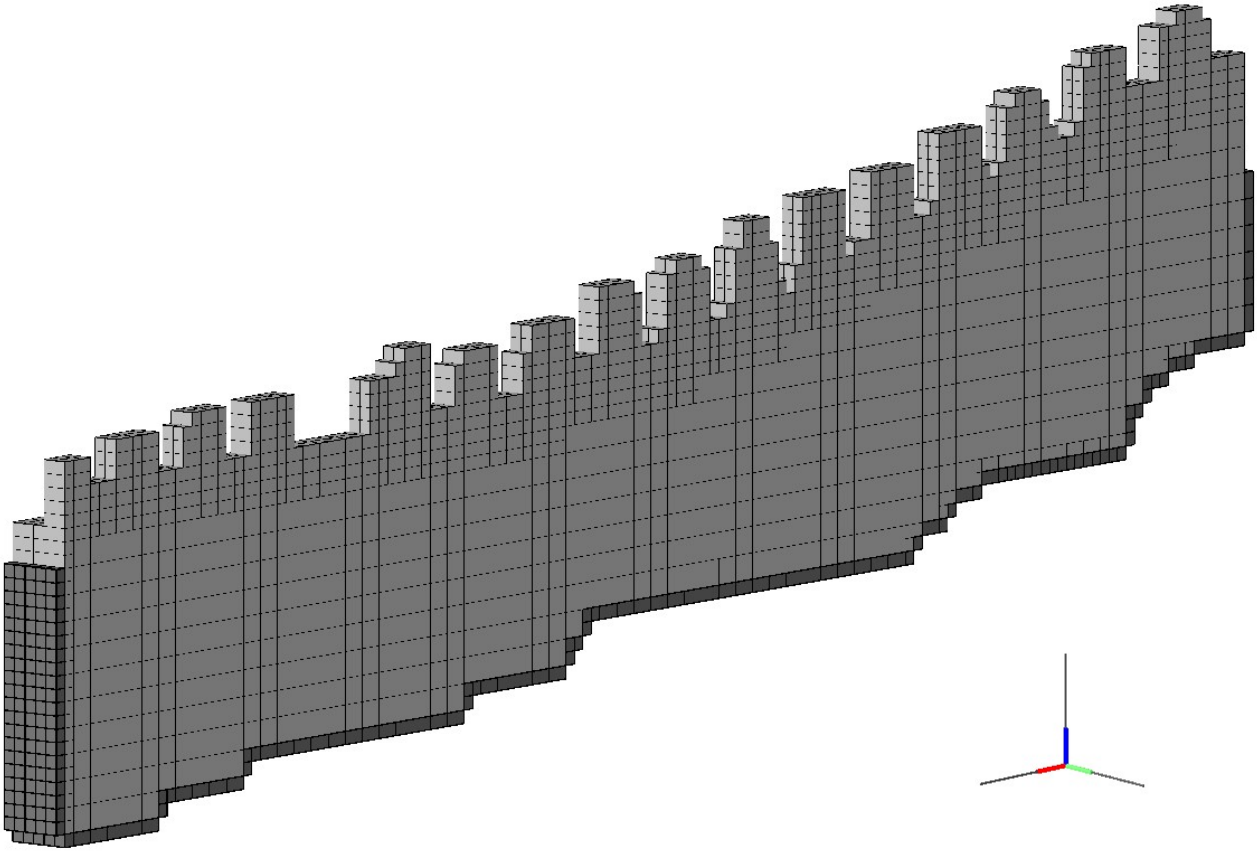
Tablica 6-2 Karakteristike materijala

	W	E	G	Fm	Ftm	Tau0
	kNm^{-3}	Nmm^{-2}	Nmm^{-2}	Ncm^{-2}	Ncm^{-2}	Ncm^{-2}
Kamen	25	900	150	210	9	40

Proračunski model

Zidine se u cijelosti sastoje od niza građevina. Ravnina promatranog dijela zidina orijentirana je u smjeru sjever-jug. Na sjevernom kraju nalazi se kula, a na južnom kraju zid se nastavlja prema zapadu, ali pod kutem od oko 120°. U proračunskom modelu, sjeverna kula i južni nastavak zida nisu modelirani nego su zamijenjeni prikladnim rubnim uvjetima. Zid je s obje strane omeđen površinskim ležajevima koji sprječavaju translacije u sva tri smjera, ali su rotacije omogućene. Temeljenje zida definirano je preko upetih površinskih ležajeva.





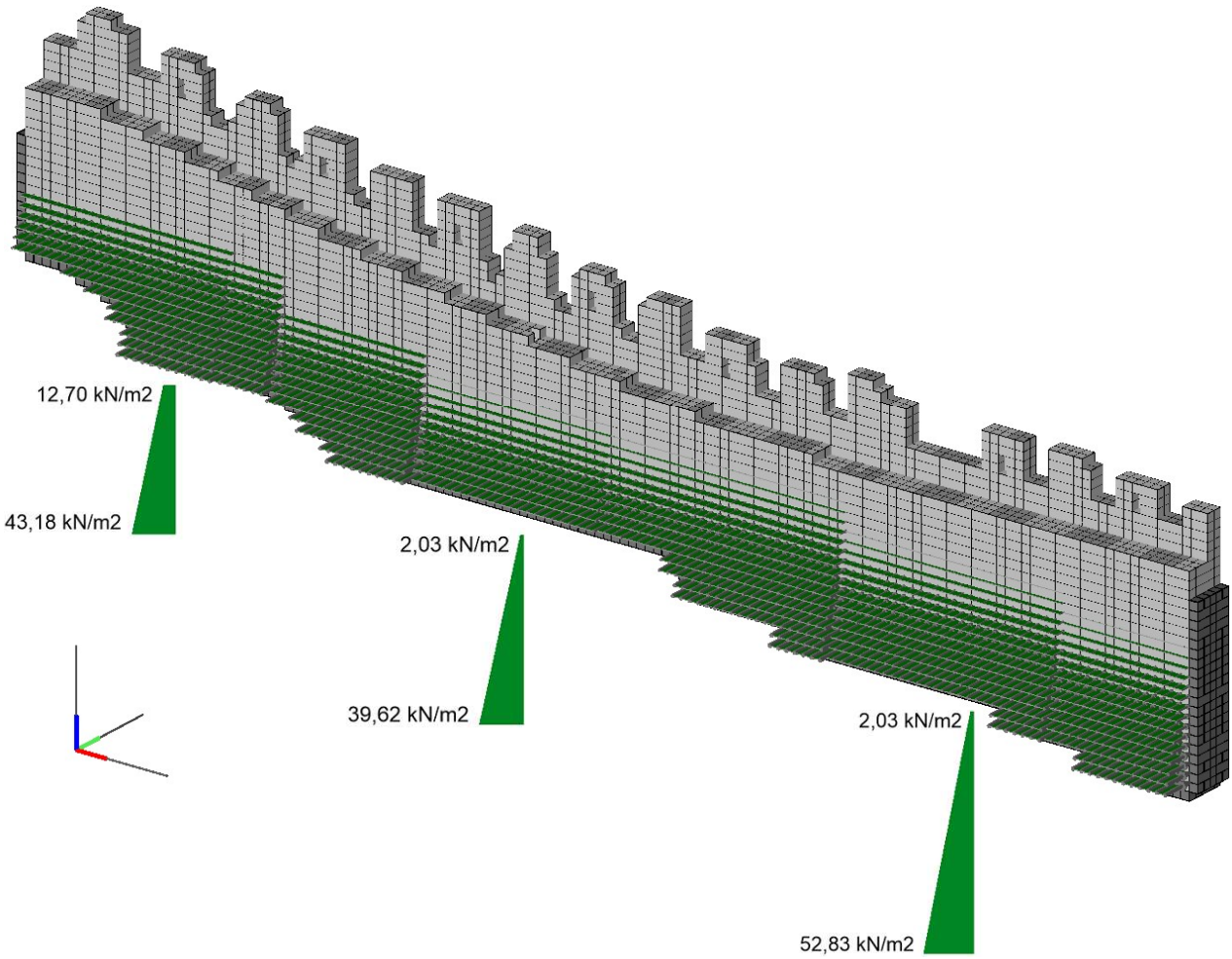
Slika 6-2 Prostorni prikaz modela

Opterećenja

Model je opterećen vertikalnom vlastitom težinom te lateralnim pritiskom tla. Opterećenje tla se sastoji samo od statičke komponente. Opterećenja su zadana prema shemama opterećenja iz poglavlja *6.1.2 Opterećenje zemljom.*

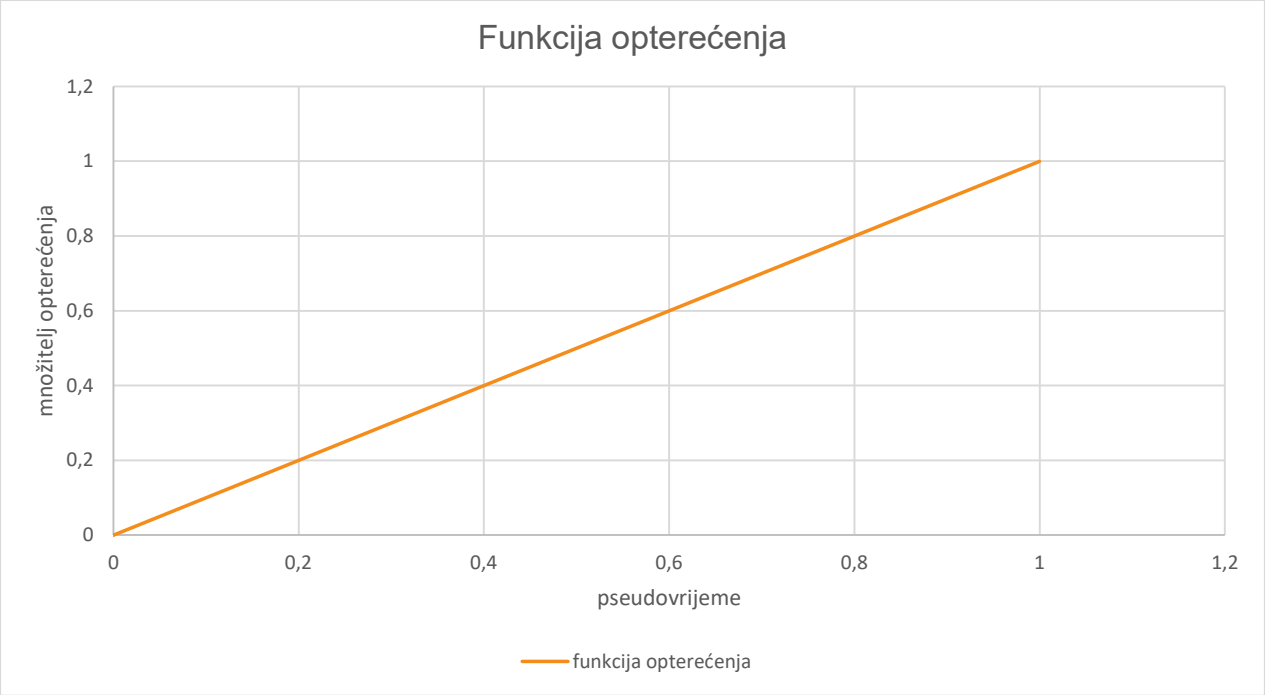
Tablica 6-3 Opterećenja tla

Shema opterećenja	GSN / GSU	
	Gore	Dolje
1	12,70 kN/m^2	43,18 kN/m^2
2	2,03 kN/m^2	39,62 kN/m^2
3	2,03 kN/m^2	52,83 kN/m^2



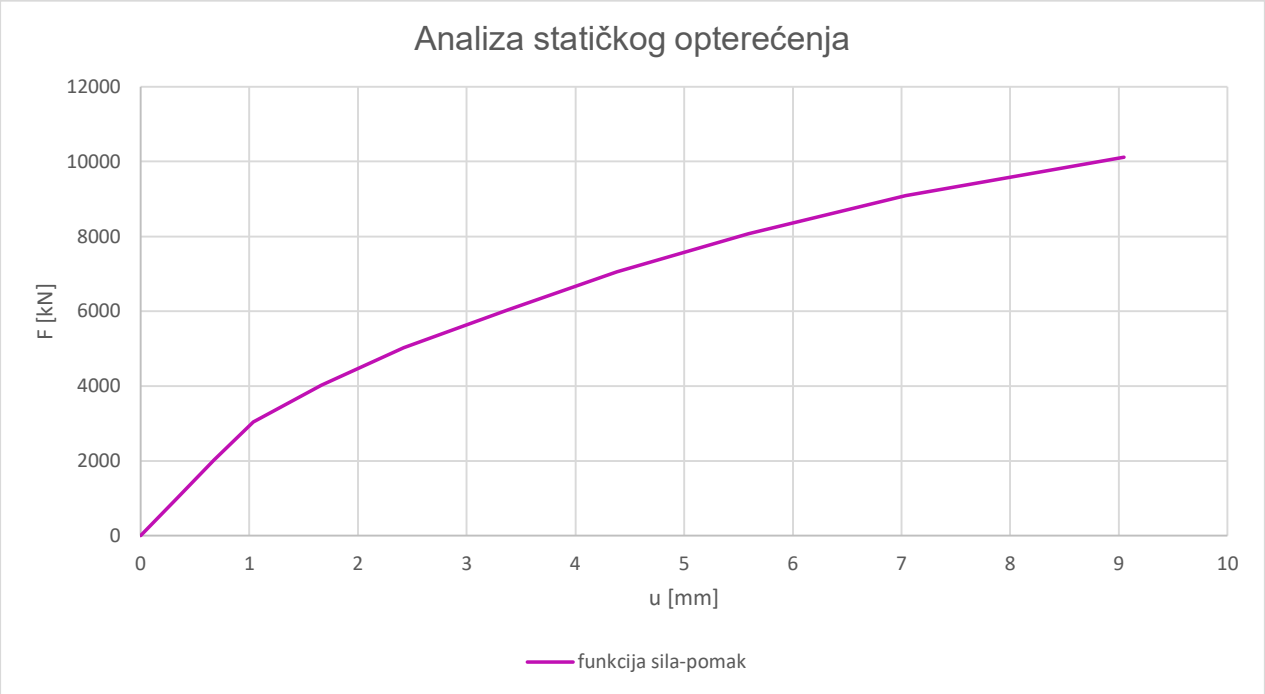
Slika 6-3 Prikaz statičkog opterećenja tla

Sva prethodno definirana statička opterećenja koja su zadana na proračunskom modelu, nanose se postupno pomoću funkcije opterećenja. Funkcija može biti bilo kojeg reda i opterećenje se može nanositi na model u proizvoljnom intenzitetu. Odabrana funkcija opterećenja je linearna u pseudovremenu stoga se vrijednost nanesenog opterećenja na model povećava u jednakim inkrementima do konačne vrijednosti.



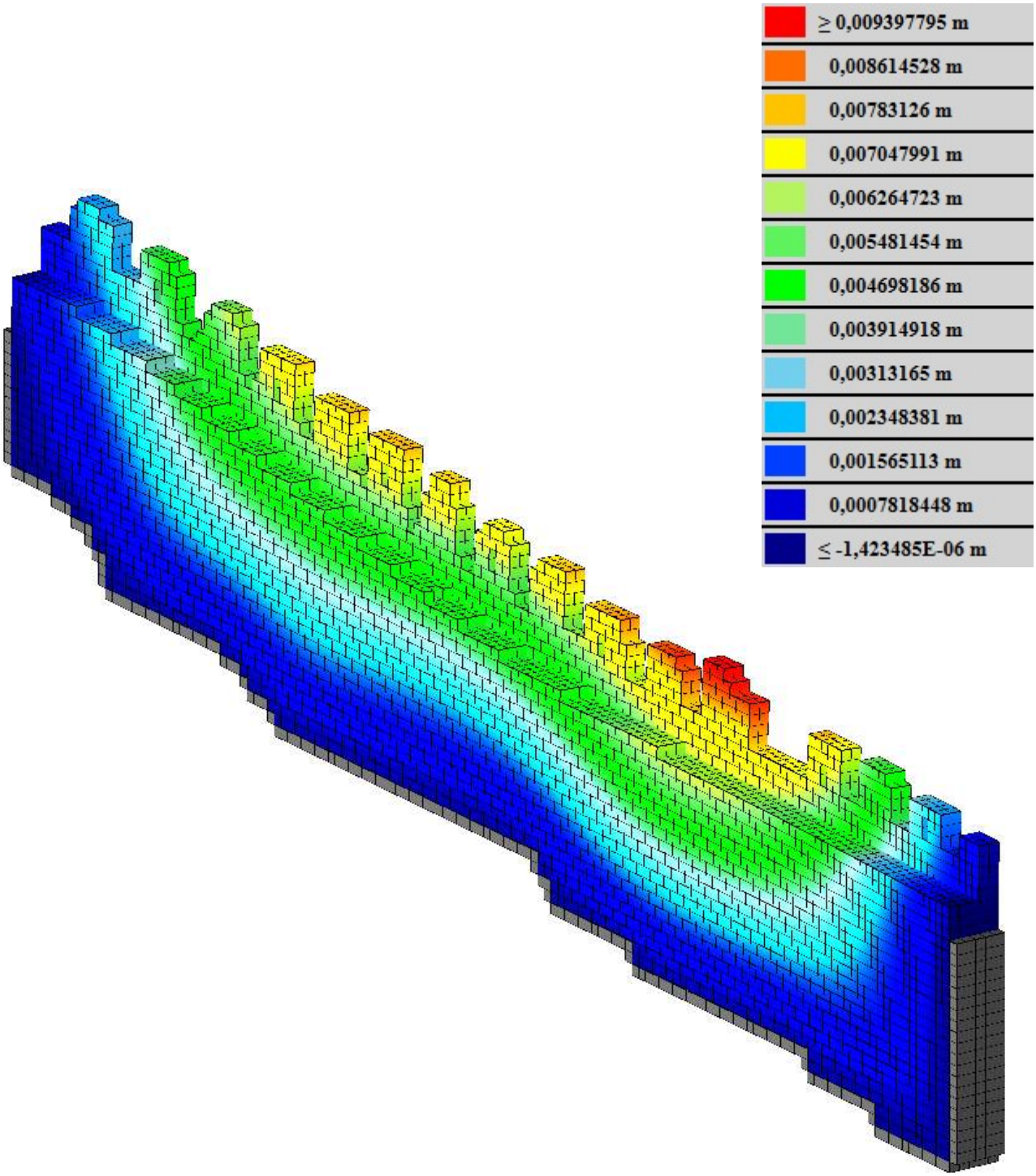
Slika 6-4 Linearna funkcija opterećenja

6.2.2 Analiza deformacija



Slika 6-5 Ovisnost pomaka konstrukcije o unesenom statičkom opterećenju

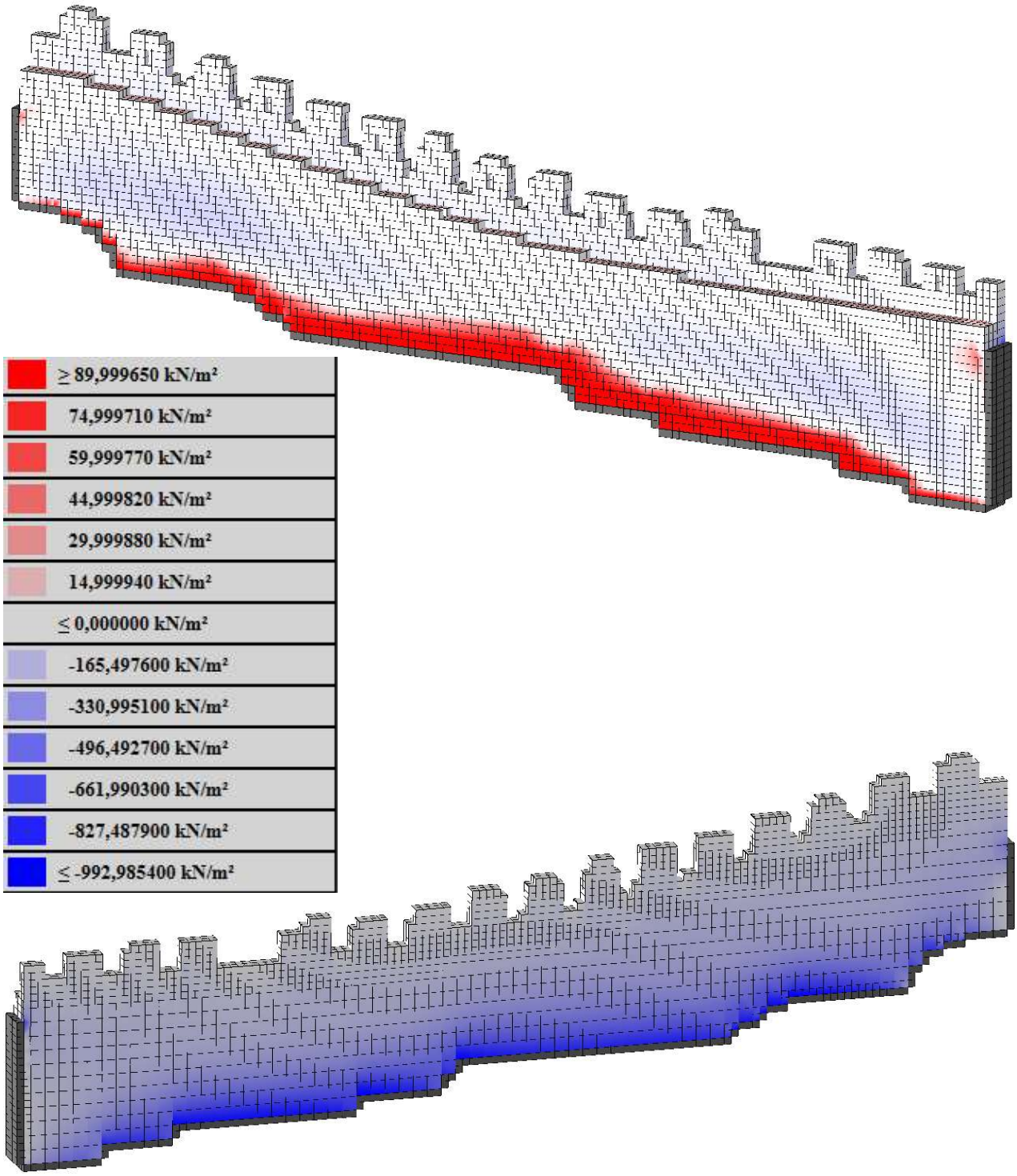
Na prethodnoj slici prikazana je ovisnost apsolutnog pomaka u odnosu na naneseno opterećenje na model. Pomak raste s porastom sile, ali može se primijetiti i trend usporavanja rasta pomaka s obzirom na konstantni rast sile do konačne vrijednosti.



Slika 6-6 Deformirani oblik zida uslijed statičkog opterećenja

Prikazan je deformirani oblik zidina uslijed vertikalne vlastite težine i lateralnog statičkog opterećenja tla. Ostvareni pomak od skoro 1 cm na vrhu zida je u cijelosti u horizontalnom smjeru dok se vertikalna stišljivost zida može zanemariti. Za približnu visinu zida od 800 cm na mjestu najvećeg ostvarenog pomaka od 1 cm, otklon zida je 0,125% što je prihvatljivo.

6.2.3 Analiza naprezanja

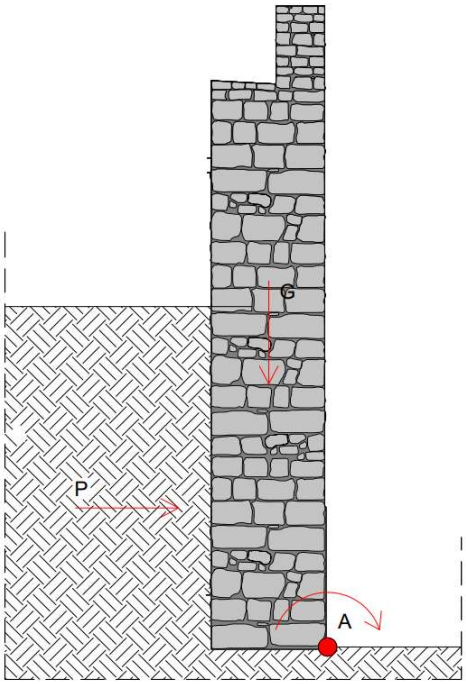


Slika 6-7 Vlačna i tlačna naprezanja u zidu za statička opterećenja

Uslijed lateralnog pritiska tla, zid je izložen savijanju van ravnine što rezultira spregom vertikalnih sila pri čemu na jednoj strani zida nastaju tlačna, a na drugoj vlačna naprezanja. Vlastita težina povećava tlačna naprezanja na jednoj strani, a umanjuje vlačna na drugoj strani. Rezultat djelovanja svih statičkih opterećenja je prikazan na slici iznad stupnjevanjem boja od crvene (vlačna naprezanja) prema plavoj (tlačna naprezanja). Tlačna čvrstoća zida, u definiranom iznosu istražnim radovima od 2,10 MPa, veća je od naprezanja koja se javljaju u maksimalnom iznosu od 0,99 MPa. Vlačna naprezanja su isto tako unutar granice čvrstoće od 0,09 MPa. Ukoliko i dođe do lokalnih vlačnih pukotina, one ne ugrožavaju globalnu stabilnost zida.

6.2.4 Proračun stabilnosti zida na horizontalno statičko djelovanje zemlje (EQU)

Dodatno će se provesti provjera stabilnosti zida, odnosno provjera prevrtanja zida kao krutog tijela. Provjera zida na prevrtanje od stalnog djelovanja zemlje – GRANIČNO STANJE EQU, provjerit će se za shemu opterećenja „4“.



Parcijalni faktori za djelovanja za granično stanje EQU:

- Za djelovanja zemlje: $\gamma_{G,dst} = 1,1$
- Za djelovanje vlastite težine: $\gamma_{G,stb} = 0,9$

Horizontalna sila od zemlje: $P_1 = 1,1 \cdot p_1 \cdot h_3 = 9,60$ kN/m

$P_{1'} = 1,1 \cdot (p_{1'} - p_1) \cdot h_3/3 = 65,68$ kN/m

Krak sile: $e_{P1} = h_3/2 = 2,15$ m

$e_{P1'} = h_3/3 = 1,43$ m

Moment od horizontalne sile zemlje: $M_{P1} = P_1 \cdot e_{P1} = 20,64$ kNm/m

$M_{P1'} = P_{1'} \cdot e_{P1'} = 93,92$ kNm/m

$M_P = M_{P1} + M_{P1'} = 114,56$ kNm/m

Vlastita težina zida do ophoda: $G_1 = 0,9 \cdot b_1 \cdot h_1 = 189,00$ kN

Vlastita težina zida iznad ophoda: $G_2 = 0,9 \cdot b_2 \cdot h_2 = 30,71$ kN

Krak sile: $e_{G1} = b_1/2 = 0,80$ m

$e_{G2} = b_2/2 = 0,33$ m

Moment od djelovanja vlastite težine: $M_{G1} = G_1 \cdot e_{G1} = 151,20$ kN

$M_{G2} = G_2 \cdot e_{G2} = 10,13$ kN

$M_G = 161,33$ kNm/m

$M_P / M_G = 0,71 < 1,00$ uvjet zadovoljen – zid je stabilan

6.3 Proračun zida za seizmičku kombinaciju djelovanja

Nelinearna statička analiza provedena je u programu HiStrA. Geometrija je određena iz snimaka postojećeg stanja, a mehaničke karakteristike zida usvojene su prema istražnim radovima.

Push-over analiza provedena je za sljedeća granična stanja:

- Granično stanje blizu rušenja za povratni period od 2475 godina
- Granično stanje značajnog oštećenja za povratni period od 475 godina
- Granično stanje ograničenog oštećenja za povratni period od 95 godina

Analiza je prekinuta u trenutku dosezanja maksimalnih definiranih pomaka ili u trenutku pada poprečne sile (eng. base shear) za 20 %, čime je definirana sposobnost konstrukcije za granično stanje blizu rušenja. Sposobnost konstrukcije za granično stanje značajnog oštećenja jednaka je ¾ najveće sposobnosti konstrukcije za granično stanje blizu rušenja, dok je za granično stanje ograničenog oštećenja sposobnost definirana kao granica popuštanja idealiziranog elastično-savršeno plastičnog odnosa sila-pomak istovrijednog sustava s jednim stupnjem slobode.

6.3.1 Ulazni podaci

Klasa uporabe: II
Prigušenje: 5%
Tip tla: A
Topografski tip: T3 – zid se nalazi na nizdbrdici

Materijal

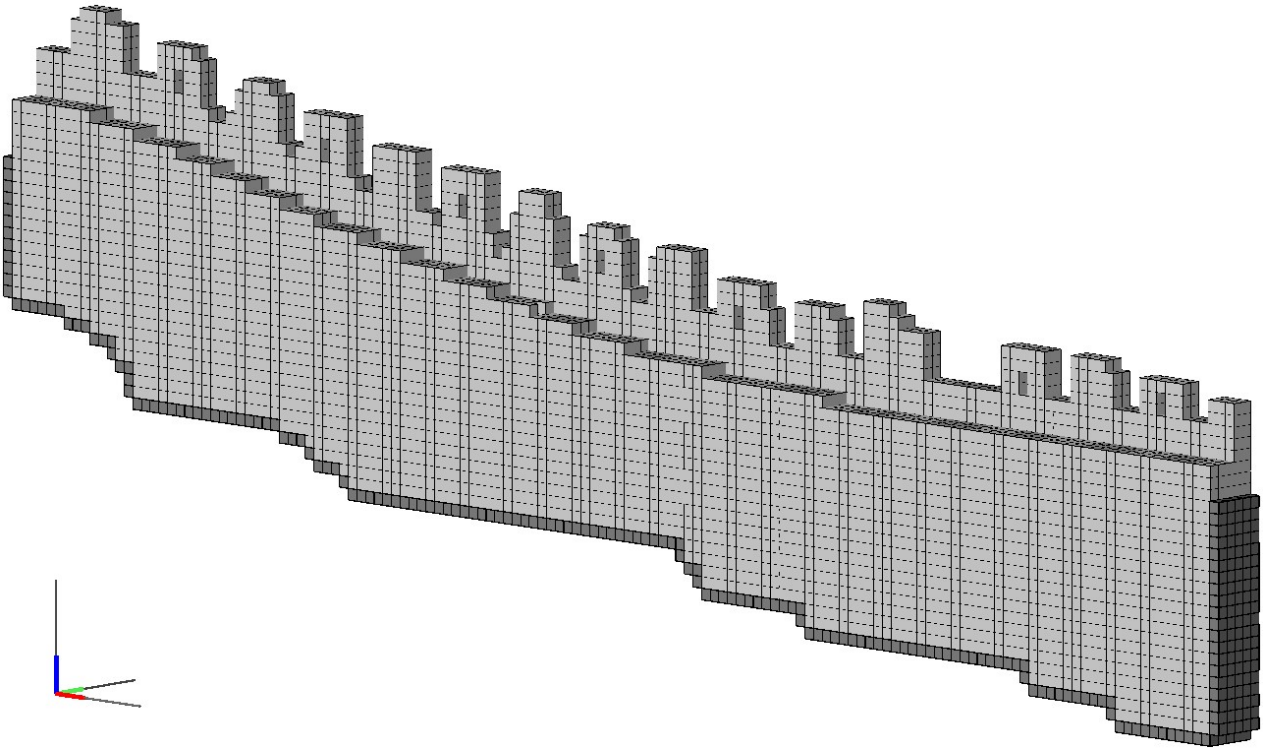
Zidine su zidane od kamena čije dimenzije su do 50 cm. Sljubnice su djelomično ispunjene mortom s ravnomjernom raspodjelom zrna agregata i dominantno vapnene matrice.

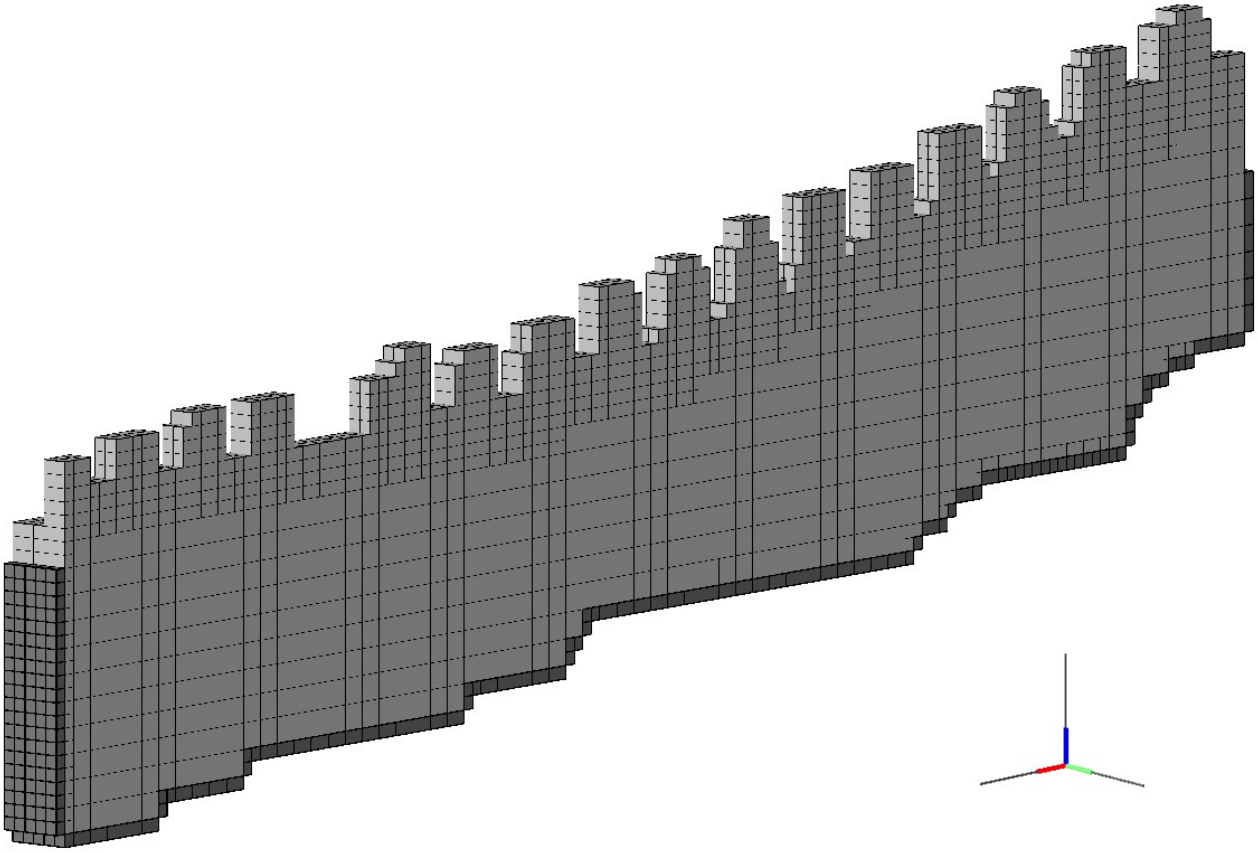
Tablica 6-4 Karakteristike materijala

	W	E	G	Fm	Ftm	Tau0
	kNm^{-3}	Nmm^{-2}	Nmm^{-2}	Ncm^{-2}	Ncm^{-2}	Ncm^{-2}
Kamen	25	900	150	210	9	40

Proračunski model

Zidine se u cijelosti sastoje od niza građevina. Ravnina promatranog dijela zidina orijentirana je u smjeru sjever-jug. Na sjevernom kraju nalazi se kula, a na južnom kraju zid se nastavlja prema zapadu, ali pod kutem od oko 120°. U proračunskom modelu, sjeverna kula i južni nastavak zida nisu modelirani nego su zamjenjeni prikladnim rubnim uvjetima. Zid je s obje strane omeđen površinskim ležajevima koji sprječavaju translacije u sva tri smjera, ali su rotacije omogućene. Temeljenje zida definirano je preko upetih površinskih ležajeva.





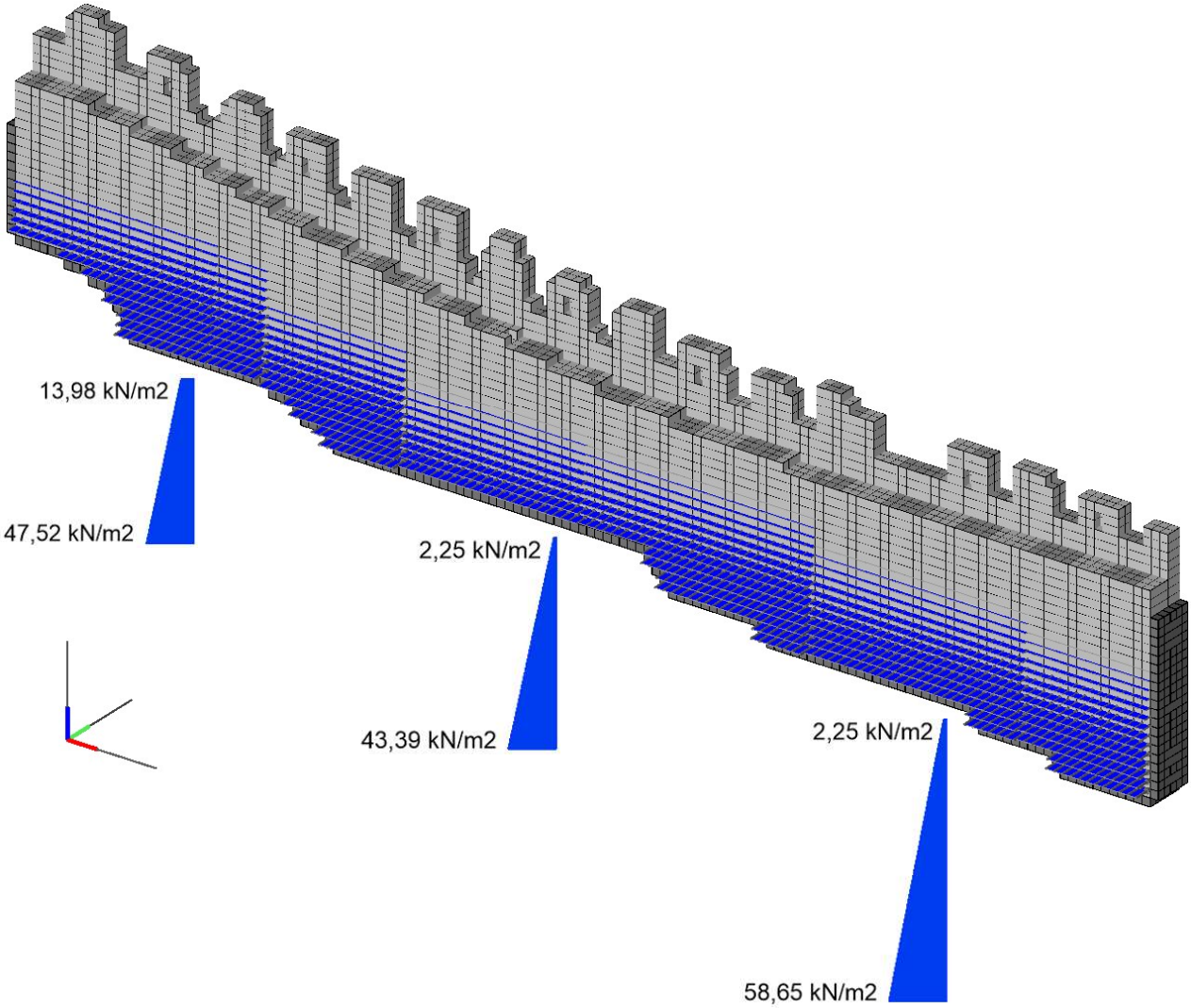
Slika 6-8 Prostorni prikaz modela

Opterećenja

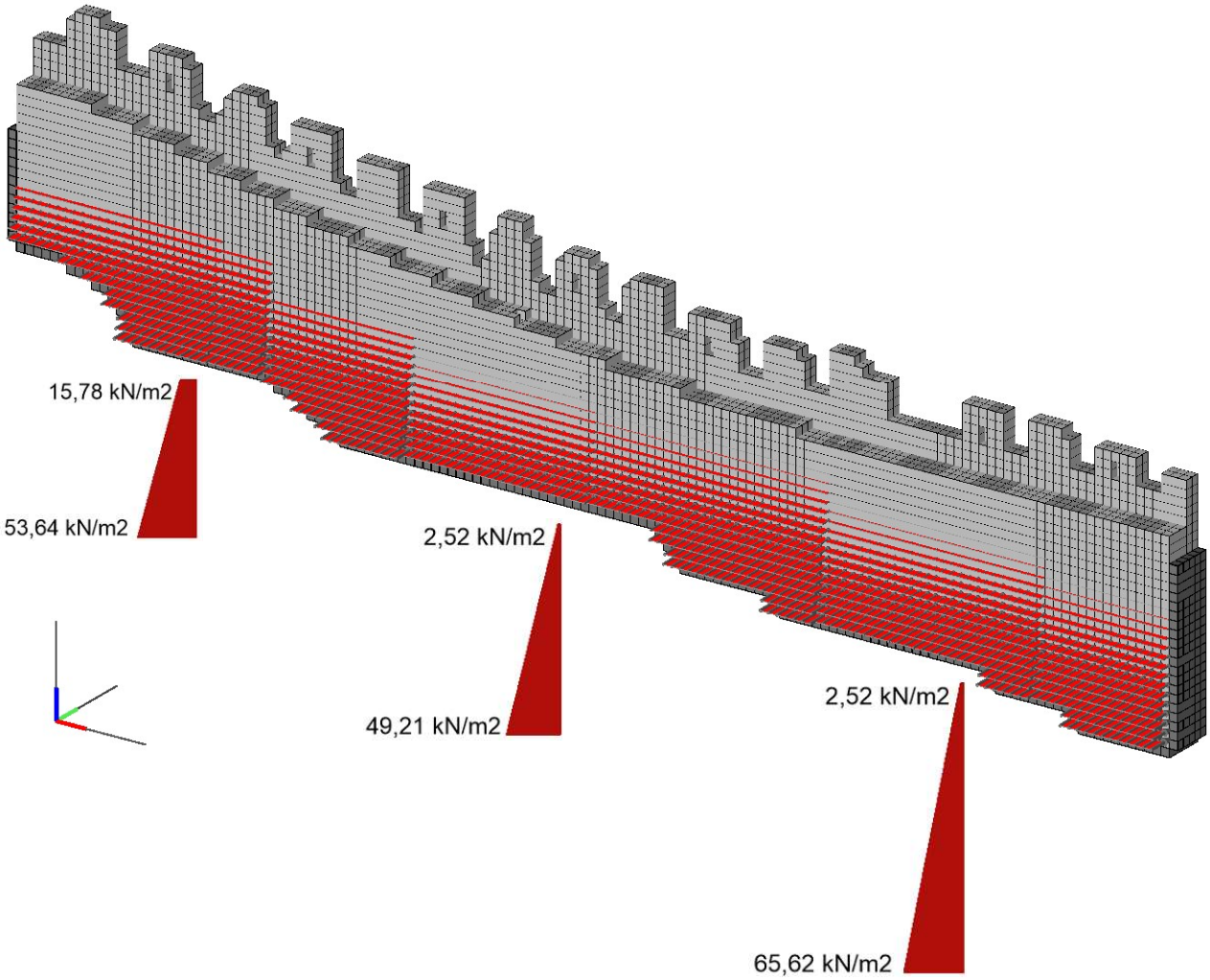
Model je opterećen vertikalnom vlastitom težinom te lateralnim pritiskom tla. Opterećenje tla je kombinacija statičke i dinamičke komponente uslijed potresnog djelovanja u ovisnosti o povratnom periodu.

Tablica 6-5 Opterećenja tla

Shema opterećenja	Potres 475		Potres 95	
	Gore	Dolje	Gore	Dolje
1	15,78 kN/m^2	53,64 kN/m^2	13,98 kN/m^2	47,52 kN/m^2
2	2,52 kN/m^2	49,21 kN/m^2	2,25 kN/m^2	43,39 kN/m^2
3	2,52 kN/m^2	65,62 kN/m^2	2,25 kN/m^2	58,65 kN/m^2



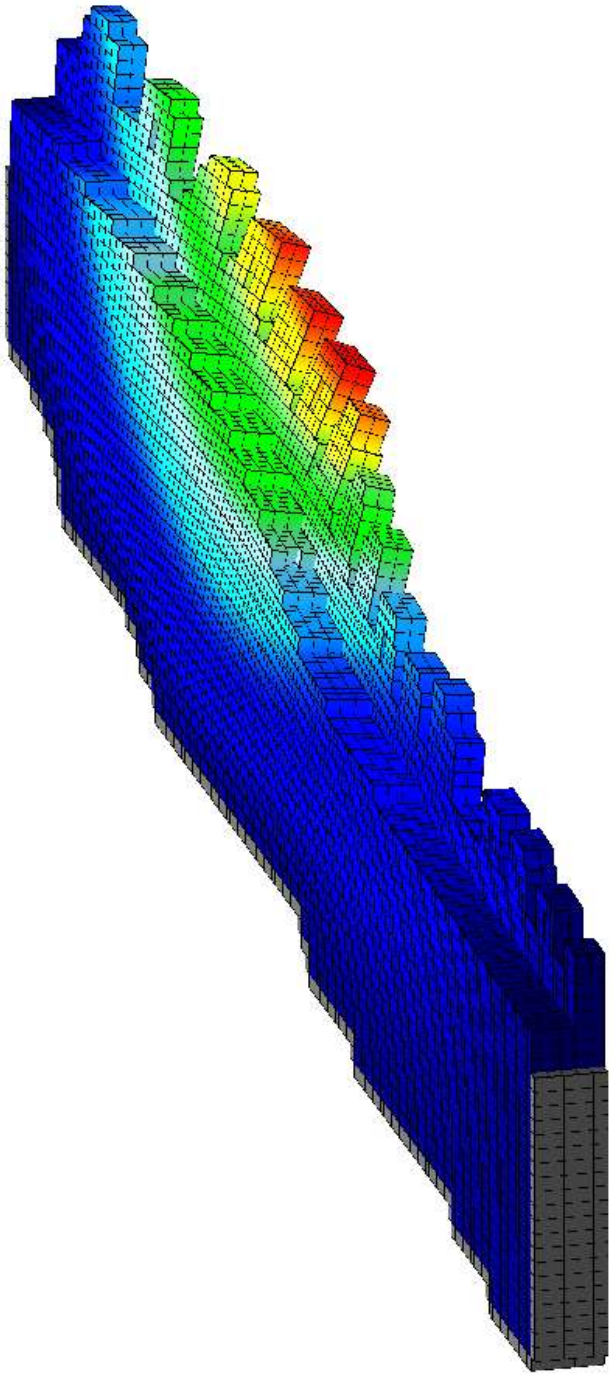
Slika 6-9 Prikaz opterećenja tla (statičko + dinamičko PP 95)



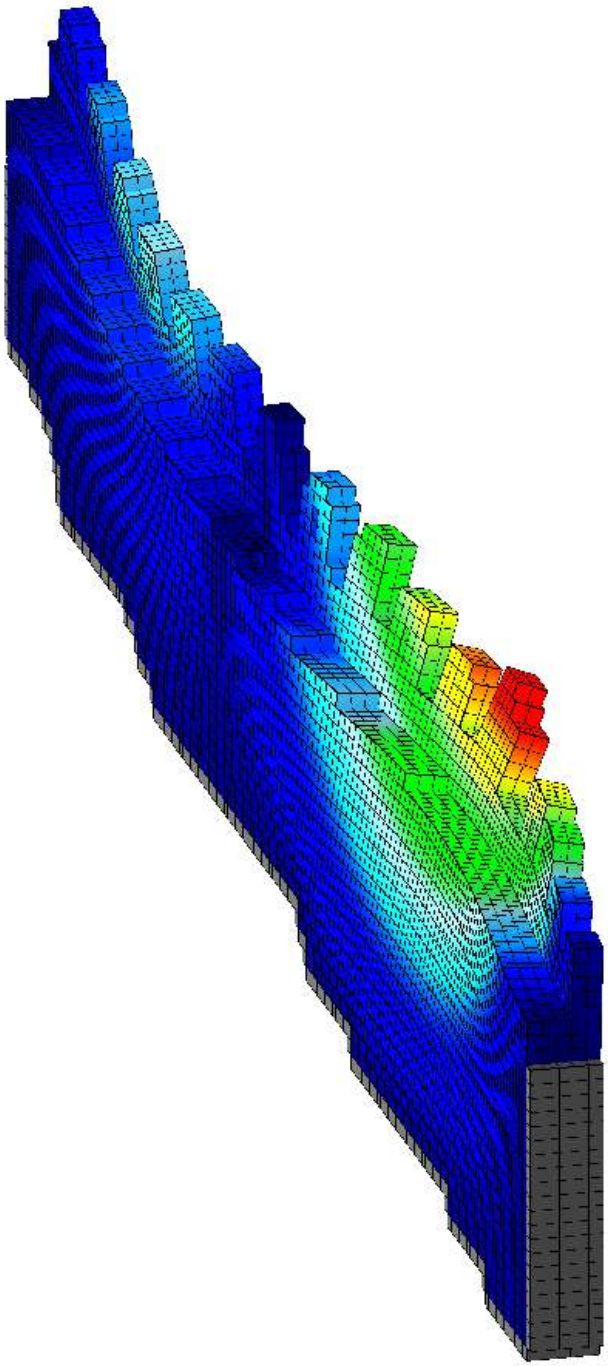
Slika 6-10 Prikaz opterećenja tla (statičko + dinamičko PP 475)

Prije izvođenja modalne i potresne analize, potrebno je provesti statičku analizu opisanu u prethodnom poglavlju. Nanošenje opterećenja tla i u ovom slučaju je preko linearne funkcije opterećenja. Pošto u ovom slučaju i dinamičku komponentu zadajemo statički, potrebno je na dva različita modela provesti potresne analize. Na jednom modelu dinamička komponenta opterećenja tla je za povratni period potresa od 95 godina, a na drugom za povratni period od 475 godina. Isto tako potresne otpornosti zidina određuju se iz pripadajućih modela.

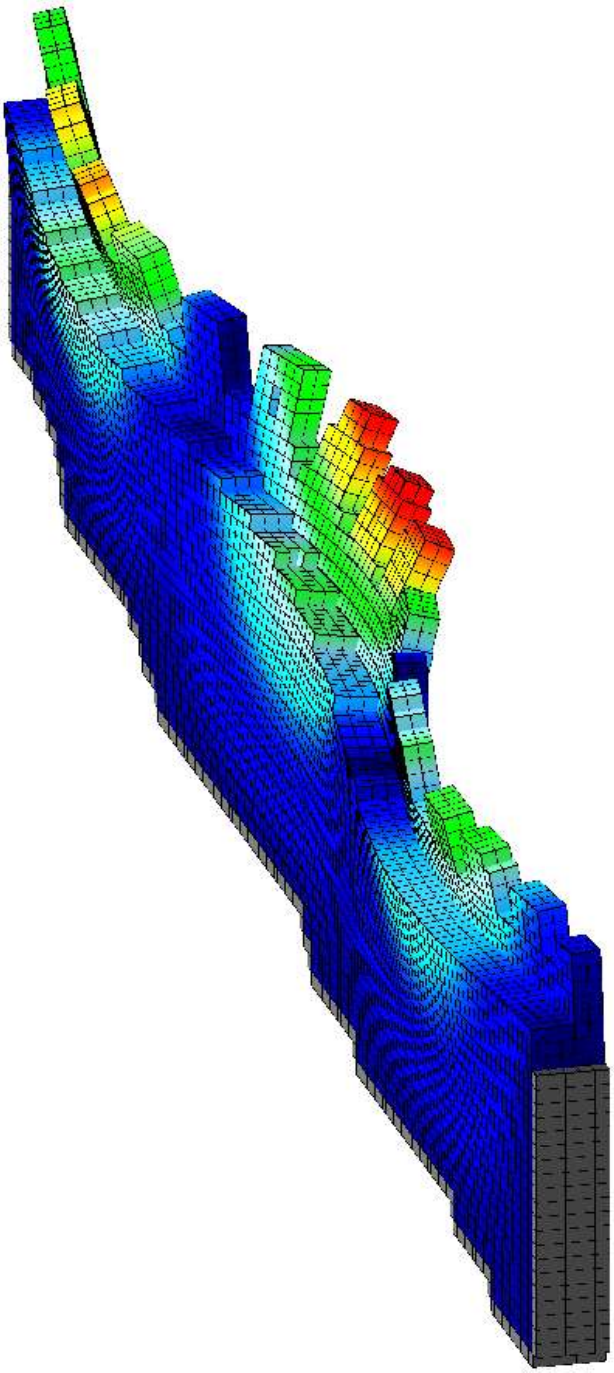
6.3.2 Modalna analiza



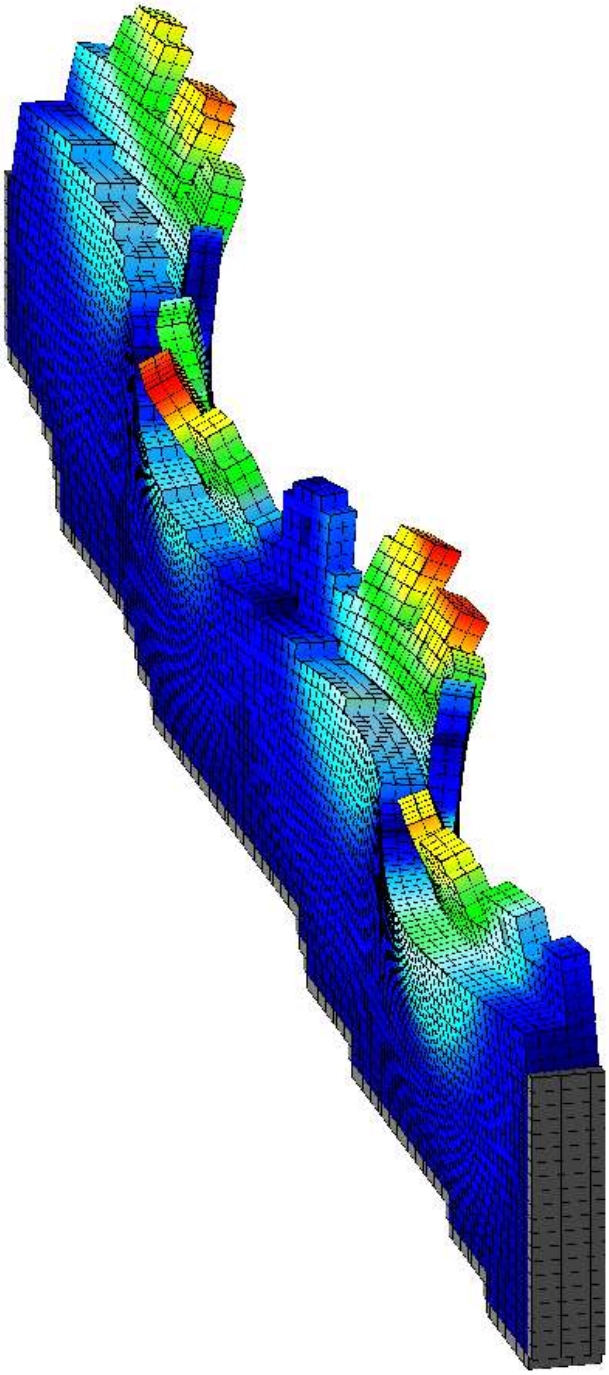
Slika 6-11 Prvi oblik osciliranja T_1=0,33 s



Slika 6-12 Drugi oblik osciliranja T_2=0,30 s



Slika 6-13 Treći oblik osciliranja T_3=0,25 s



Slika 6-14 Četvrti oblik osciliranja T_4=0,21 s

Oblici i periodi titranja su očekivani za ovakav tip konstrukcije. Konstrukcija zidina je linijski oblikovana i svi oblici titranja su u y smjeru, okomito na ravninu zida. Prvi oblik titranja je u obliku jednog polja izvijanja, drugi ima dva polja, treći tri itd. Polja izvijanja su alternirajuća,dakle svako drugo polje zida izvijeno je ili u -y smjeru ili u +y smjeru.

6.3.3 Potresna analiza

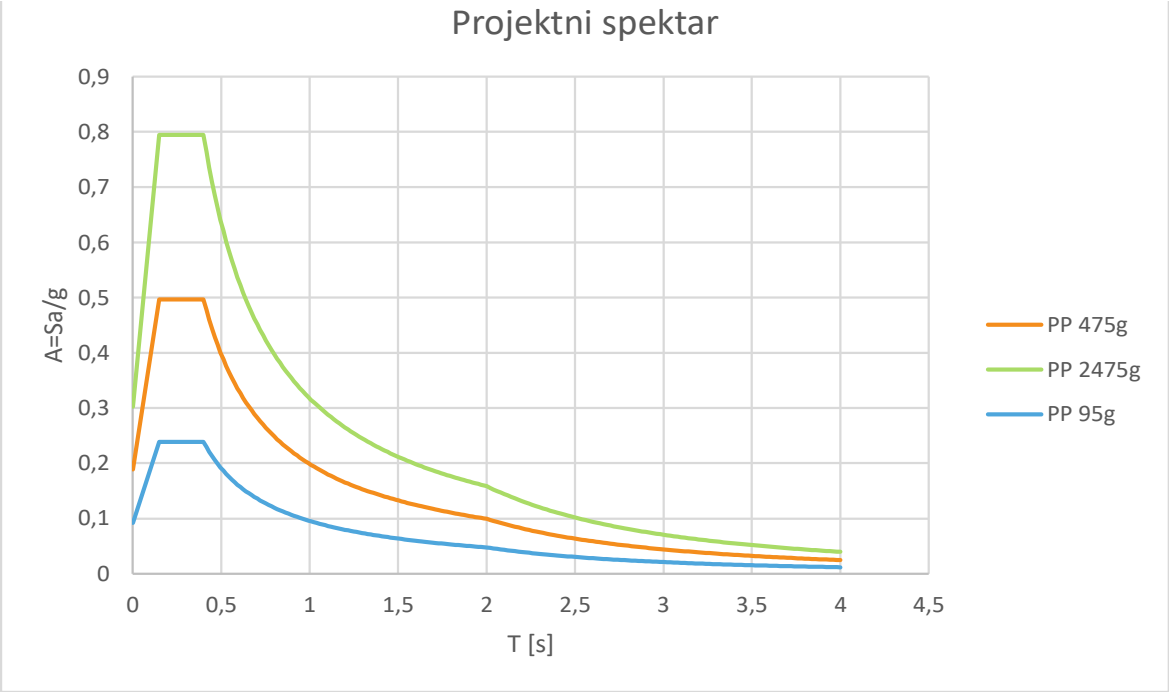
Pushover analiza provodi se za +Y smjer. Smjer +Y je okomit na ravninu zida, od zapada prema istoku. Pushover +Y za PP 95 provodi se u jednom modelu, a Pushover +Y za PP475 provodi se u drugom. Provedbi pushover analize prethodi modalna analiza (Modal) te analiza konstrukcije na statička opterećenja (Vert).

Tablica 6-6 Potresna analiza

Naziv	Opis	Početak analize	Kombinacija	Seizmička	Smjer	Distribucija
Vert	Osnovna analiza usvojena za sve analize izvedene iz seizmičke kombinacije	-	SEIZMIČKA	Ne	-Z	Sila
Pushover +Y	Seizmička analiza u smjeru +Y s raspodjelom sile proporcionalnom masama	Vert	SEIZMIČKA	Da	+Y	Sila
Modal	Modalna analiza	-	SEIZMIČKA	Da	-	Sila

Tablica 6-7 Granična stanja

Granično stanje	Pvr %	Tr [year]	Ag/g	Fo	Tc* [s]	Eta	S	Tb [s]	Tc [s]	Td [s]
Granično stanje ograničenog oštećenja	10	95	**0,092**	2,594	0,290	1,0	1,0	0,15	0,40	2,00
Granično stanje značajnog oštećenja	10	475	**0,189**	2,628	0,302	1,0	1,0	0,15	0,40	2,00
Granično stanje blizu rušenja	5	2475	**0,302**	2,629	0,326	1,0	1,0	0,15	0,40	2,00



Slika 6-15 Projektni spektar

6.3.4 Pushover +Y za PP 95

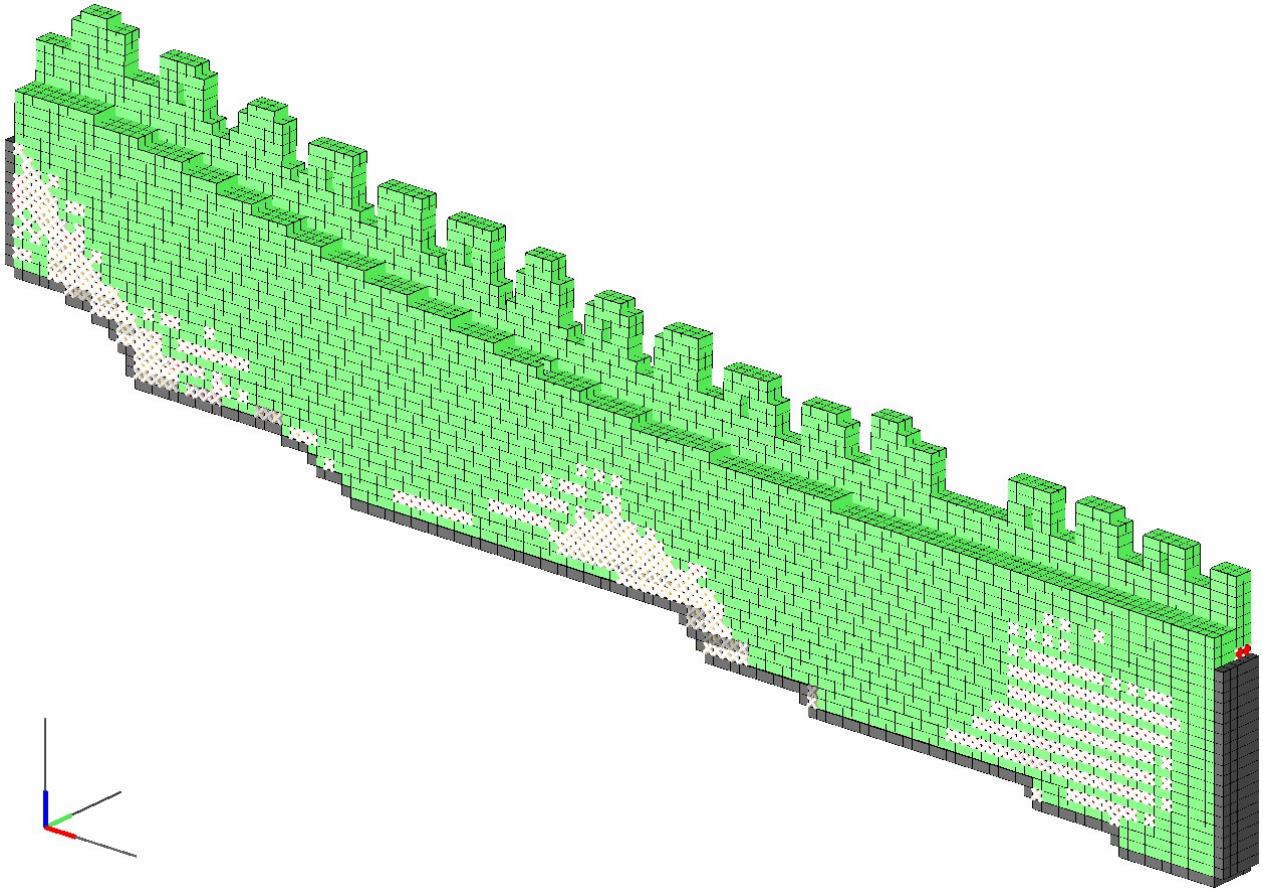
Kritične zone

U nastavku je prikazan deformirani oblik zida uslijed potresnog opterećenja povratnog perioda od 95 godina na kojemu se mogu vidjeti i moguća oštećenja.

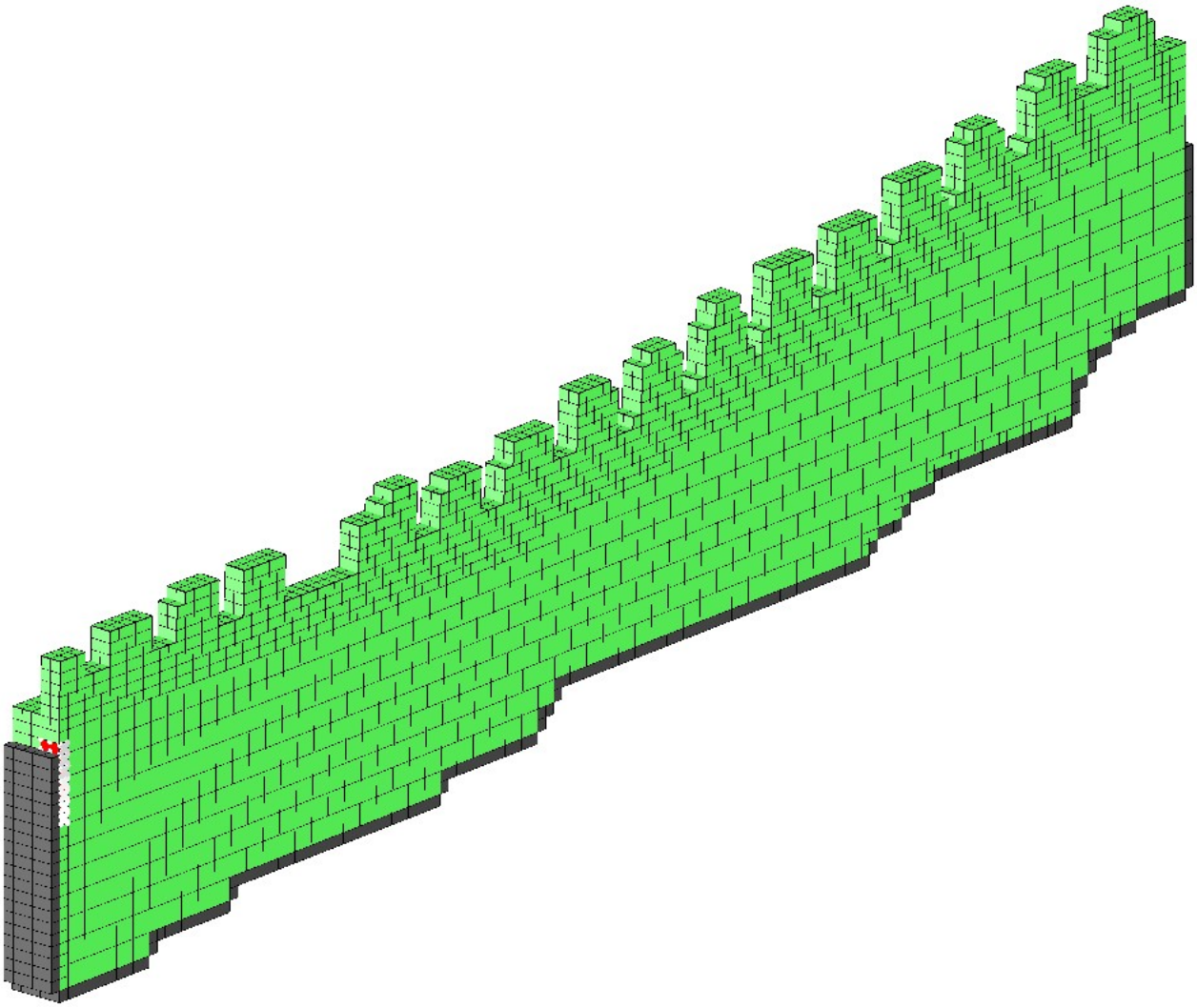
Tip oštećenja	Razina oštećenja	
	Niska	Visoka
Dijagonalno otkazivanje	X	X

Klizanje ploha	—

Faza elementa zida	Elastično ponašanje	Plastično ponašanje



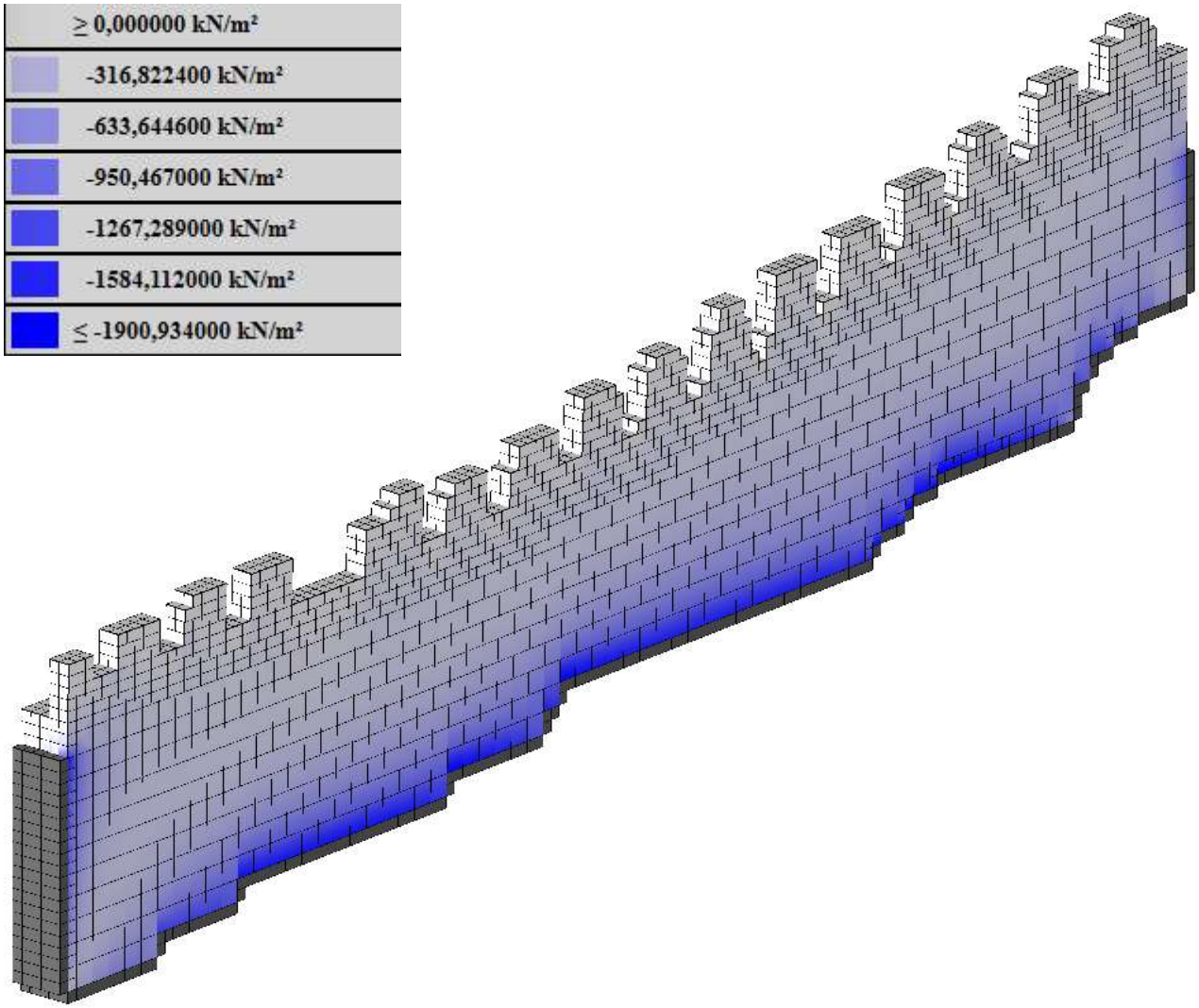
Slika 6-16 Prikaz oštećenja - Push-over u smjeru +Y (PP 95) – zapadna strana



Slika 6-17 Prikaz oštećenja - Push-over u smjeru +Y (PP 95) – istočna strana

Pri deformaciji zida uslijed potresa +y smjera, sa zapada prema istoku, zapadna strana postaje vlačna strana zida, a istočna tlačna. Na slikama iznad može se vidjeti kako na tlačnoj strani nema nikakvih oštećenja dok se pri dnu vlačne strane zida javljaju oštećenja niske razine. U pitanju su minorne vlačne pukotine koje ne ugrožavaju stabilnost zida. Vrijedi istaknuti da cijeli zid ostaje u elastičnom stanju, što i jest uvjet povratnog perioda od 95 godina.

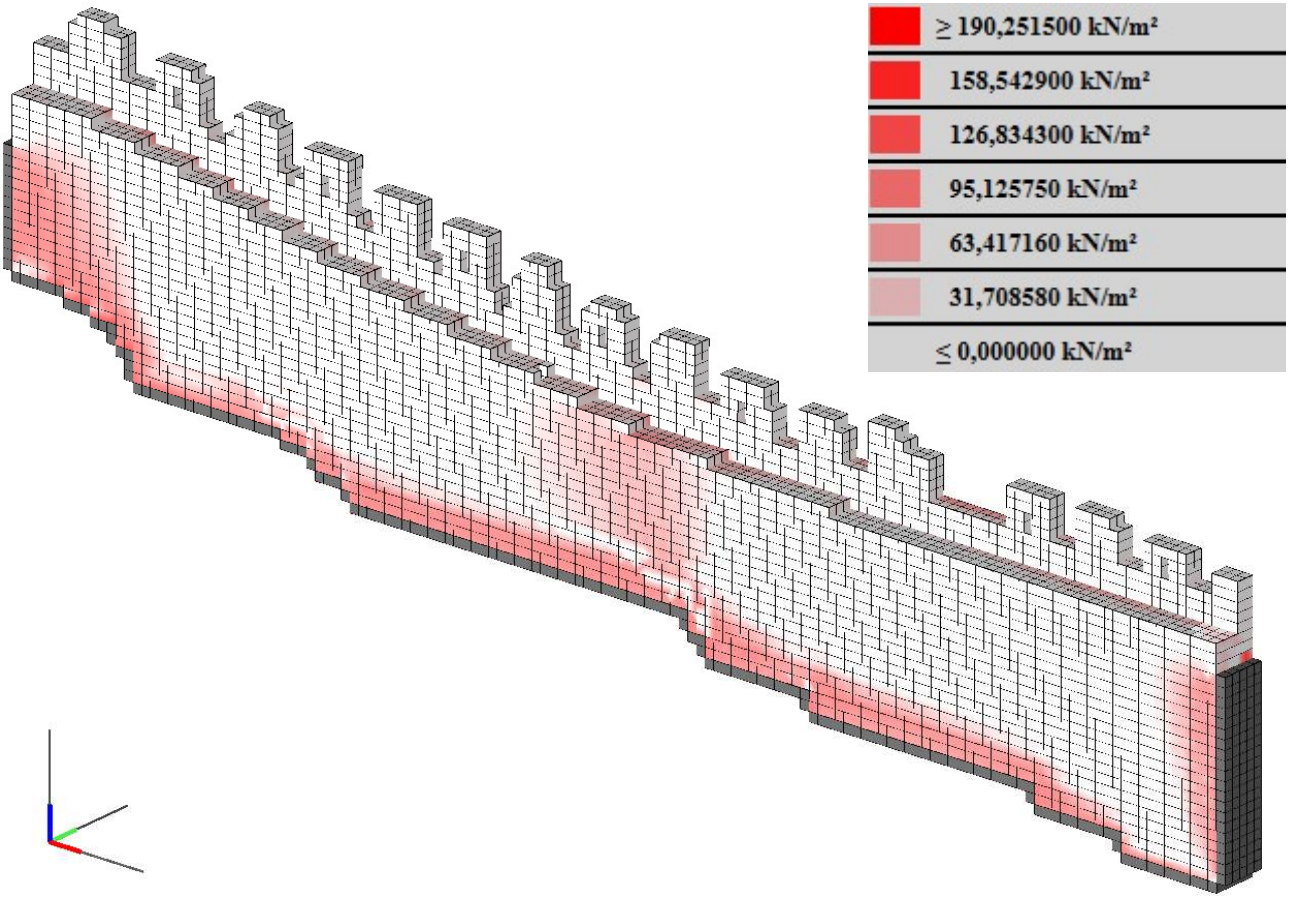
Tlačna naprezanja



Slika 6-18 Prikaz tlačnih naprezanja - Push-over u smjeru +Y (PP 95) – istočna strana

Tlačna naprezanja u zidu uslijed potresnog opterećenja u smjeru y sa zapada prema istoku javljaju je se na istočnoj strani. Na slici iznad prikazana su stupnjevanjem plave boje. Iznosi su najveći pri dnu zida, ali manji od tlačne čvrstoće zida od 2,10 MPa koja je određena istražnim radovima. Najveće vrijednosti koje se javljaju su od 1,30 MPa do 1,90 MPa.

Vlačna naprezanja

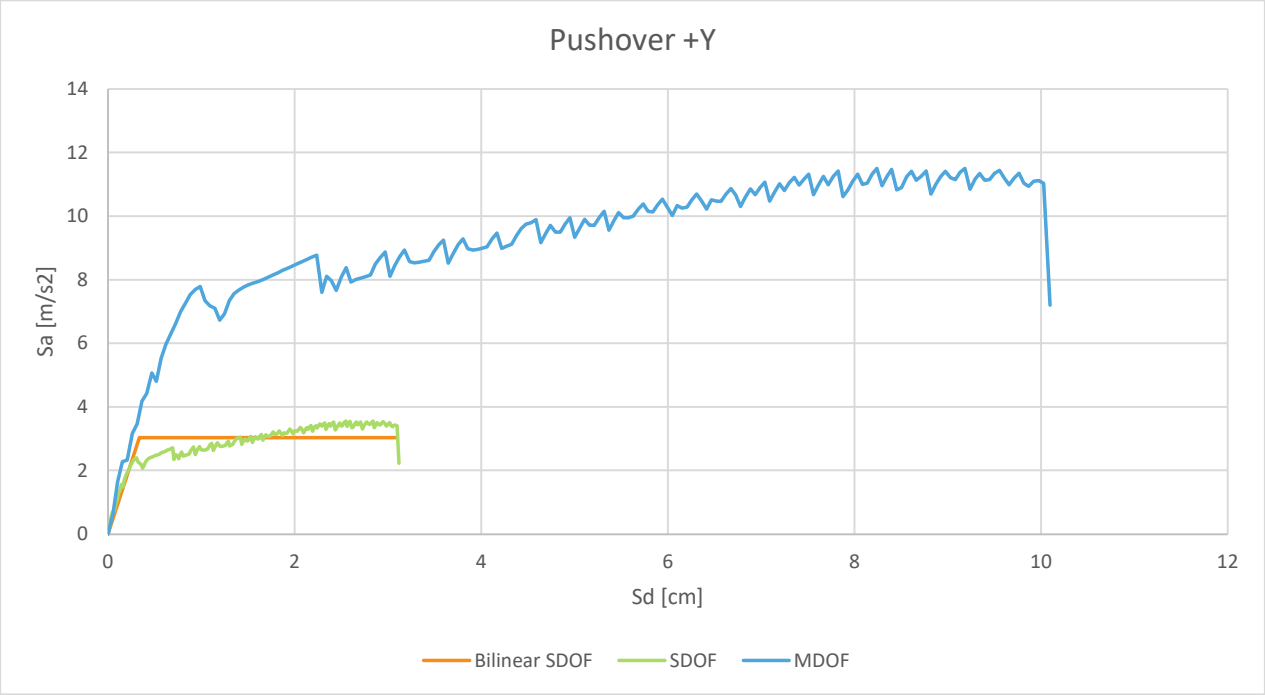


Slika 6-19 Prikaz vlačnih naprezanja - Push-over u smjeru +Y (PP 95) – zapadna strana

Vlačna naprezanja u zidu uslijed potresnog opterećenja u smjeru y sa zapada prema istoku javljaju se na zapadnoj strani. Na slici iznad prikazana su stupnjevanjem crvene boje. Naprezanja pri dnu zida prelaze graničnu vrijednost od 0,09 MPa, ali ne u znatnom iznosu. U ostatku zapadne strane zida moguća su vlačna naprezanja, ali vrijednosti su manje od granične. Uz određenu razinu preraspodjele naprezanja i nastanak manjih vlačnih pukotina, može se smatrati da ziđe može preuzeti sve vlačne sile u cijelosti.

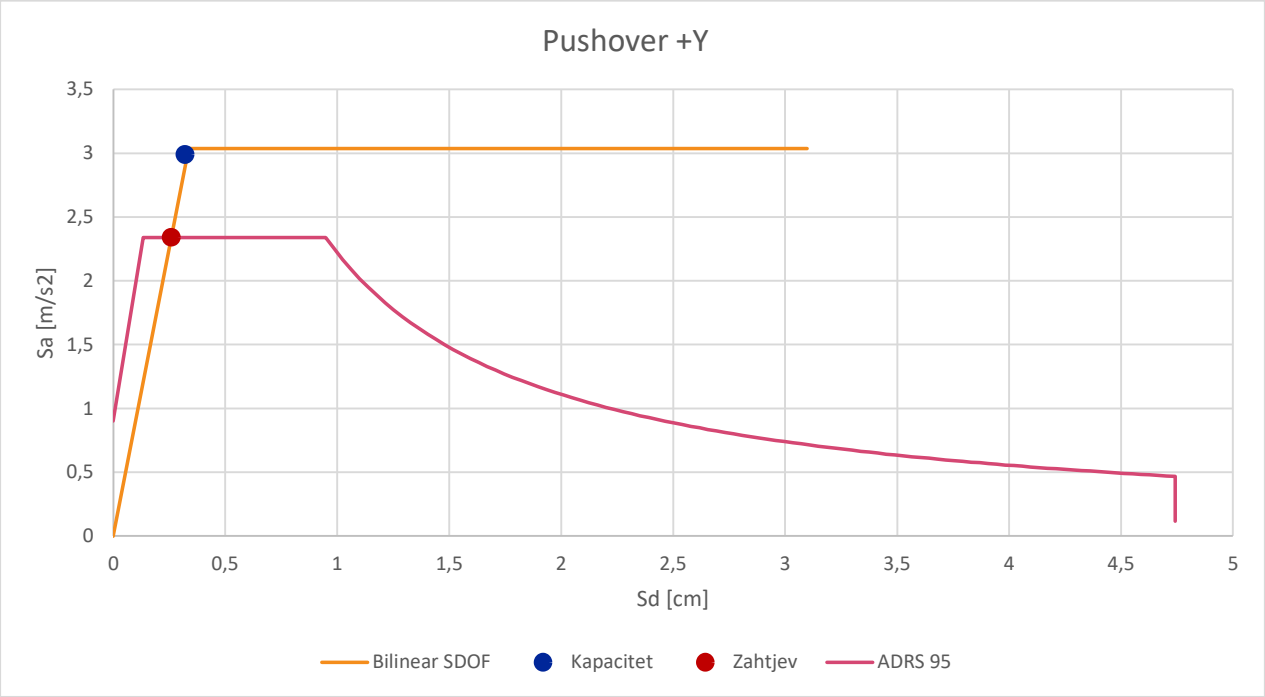
Procjena seizmičke ranjivosti – PP 95

Nakon provedbe pushover analize dobivena je krivulja sila-pomak za sustav s više stupnjeva slobode (plava linija). Kako je spektar odziva definiran za sustav s jednim stupnjem slobode, pushover krivulja sustava s više stupnjeva slobode pretvorena je u krivulju sustava s jednim stupnjem slobode (zelena linija) te potom u ekvivalentnu bilinearnu krivulju (narančasta krivulja).



Slika 6-20 Pushover krivulje sustava s više stupnjeva slobode (plavo), s jednim stupnjem slobode (zeleno) te bilinearna krivulja (narančasto) za smjer +Y

Kako bi se procijenila seizmička ranjivost konstrukcije, bilinearna krivulja uspoređena je s ADSR spektrom odziva za povratni period od 95 godina. Označene su vrijednosti kapaciteta pomaka (tamno plava točka) te zahtijevanog pomaka (crvena točka). Kapacitet konstrukcije, tj. maksimalni pomak za granično stanje ograničenog oštećenja određuje se u programu HiStrA kao pomak na granici elastičnosti ekvivalentnog sustava s jednim stupnjem slobode dok se zahtijevani pomak određuje se na temelju proračunskog spektra odziva za promatrani povratni period za mjerodavan period osciliranja. Uspoređujući kapacitet i zahtjev pomaka određuje se seizmička ranjivost konstrukcije.



Slika 6-21 Push-over +Y; procjena seizmičke ranjivosti

Tablica 6-8 Rekapitulacija pushover analize za granično stanje ograničenog oštećenja

Analiza	Pomak [cm]		Usporedba [%]
	Kapacitet	Zahtjev	
Pushover +Y	0,32	0,26	123,87

Procjenom seizmičke ranjivosti zidina, potresna otpornost iznosi **123,87%** zahtijevane otpornosti za granično stanje ograničenog oštećenja.

6.3.5 Pushover +Y za PP 475

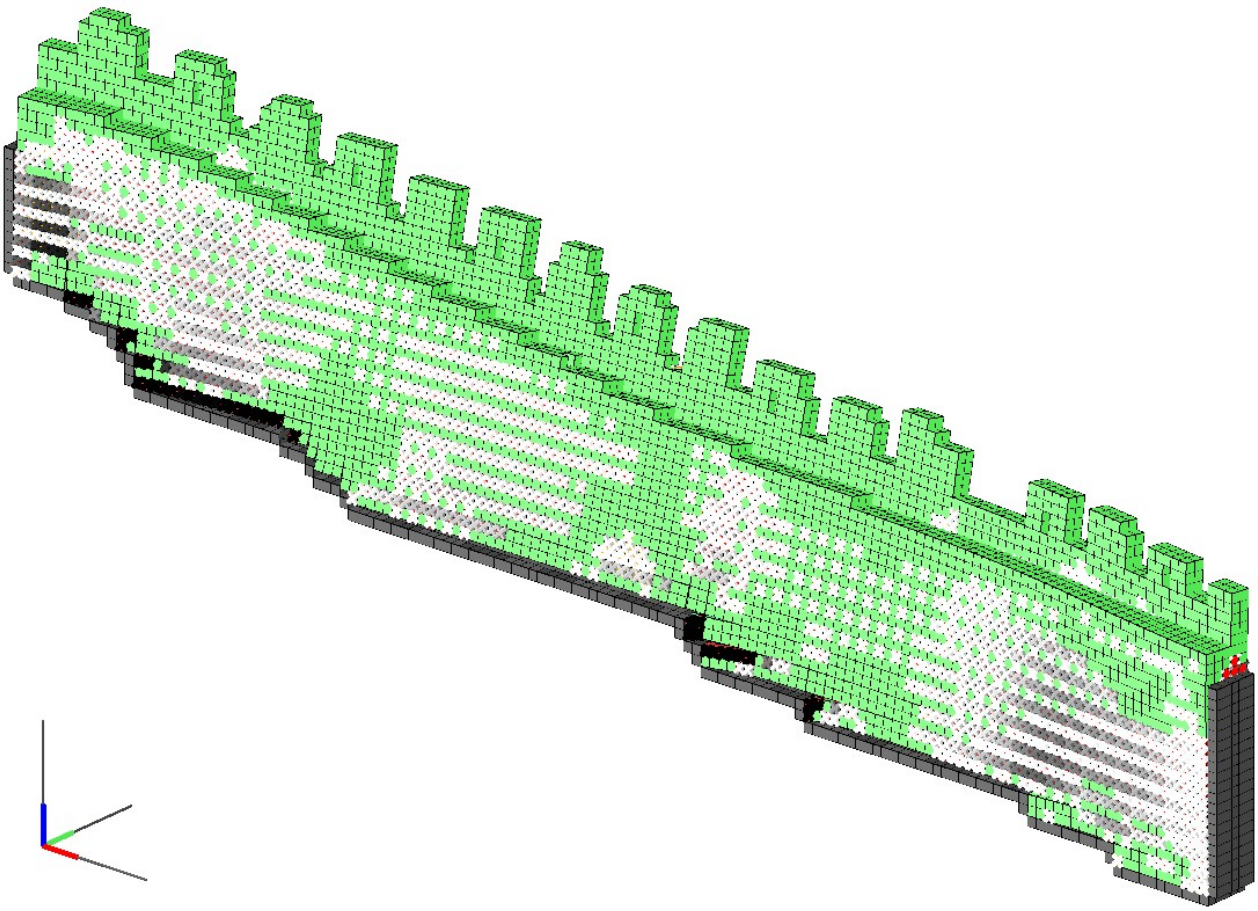
Kritične zone

U nastavku prikazan je deformiran oblik zida uslijed potresnog opterećenja povratnog perioda od 475 godina na kojemu se mogu vidjeti i moguća oštećenja.

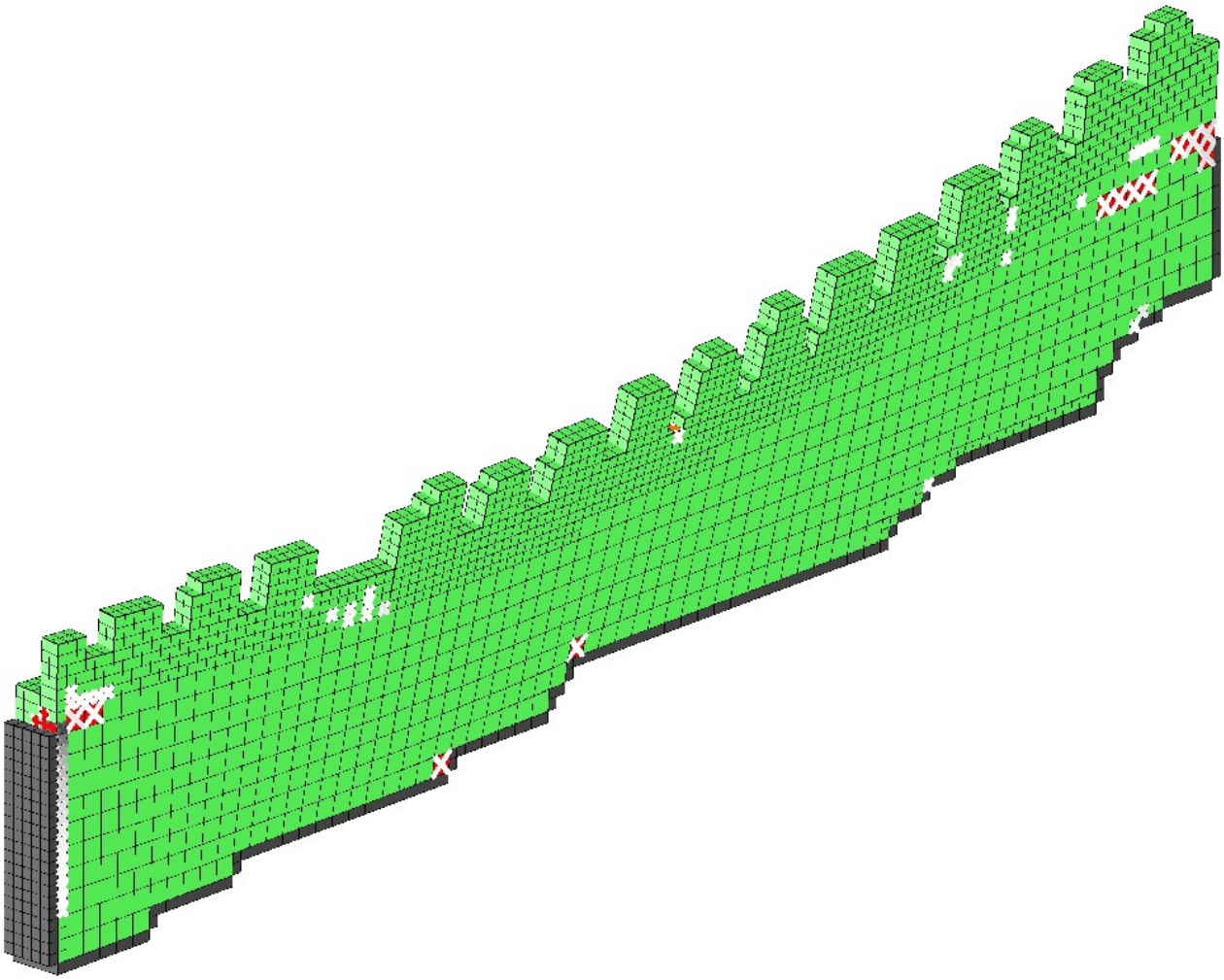
Tip oštećenja	Razina oštećenja	
	Niska	Visoka
Dijagonalno otkazivanje	X	X

Klizanje ploha	—

Faza elementa zida	Elastično ponašanje	Plastično ponašanje



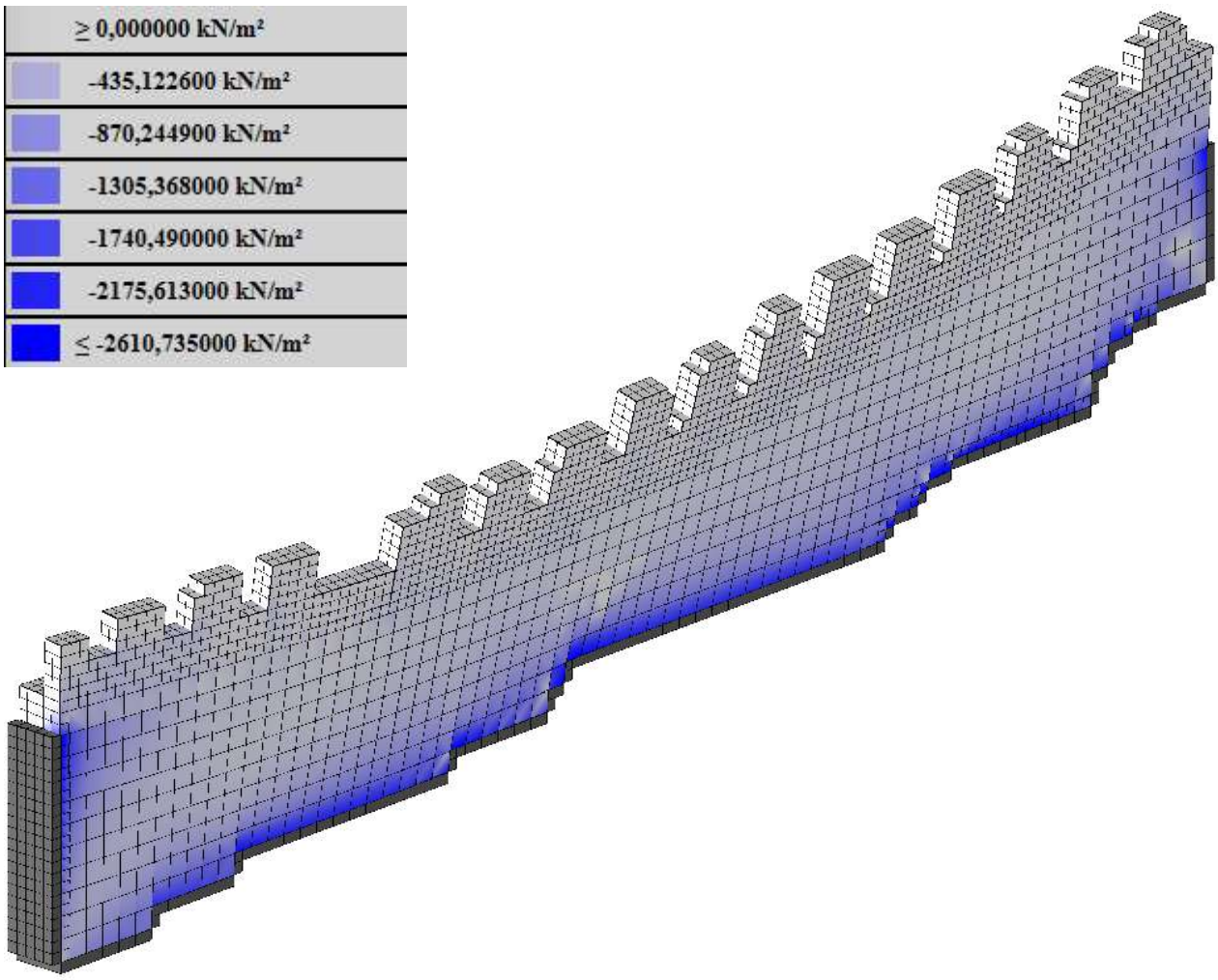
Slika 6-22 Prikaz oštećenja - Push-over u smjeru +Y (PP 475) – zapadna strana



Slika 6-23 Prikaz oštećenja - Push-over u smjeru +Y (PP 475) – istočna strana

Pri deformaciji zida uslijed potresa +y smjera, sa zapada prema istoku, zapadna strana postaje vlačna strana zida, a istočna tlačna. Na slikama iznad može se vidjeti kako na tlačnoj strani nema gotovo nikakvih oštećenja dok se pri dnu vlačne strane zida javljaju oštećenja veće razine, a na ostatku manje razine. U pitanju su veće vlačne pukotine uslijed savijanja zida van ravnine te posmične pukotine okomito na ravninu zida. Bez obzira na znatna oštećenja zapadne strane zida, zid je i dalje stabilan, što će se pokazati u nastavku daljnjom analizom. Vrijedi istaknuti da cijela istočna strana zida ostaje u elastičnom stanju, dok se zapadna dobrim dijelom plastificira odnosno raspucava, ali unutar uvjeta graničnog stanja znatnog oštećenja povratnog perioda od 475 godina.

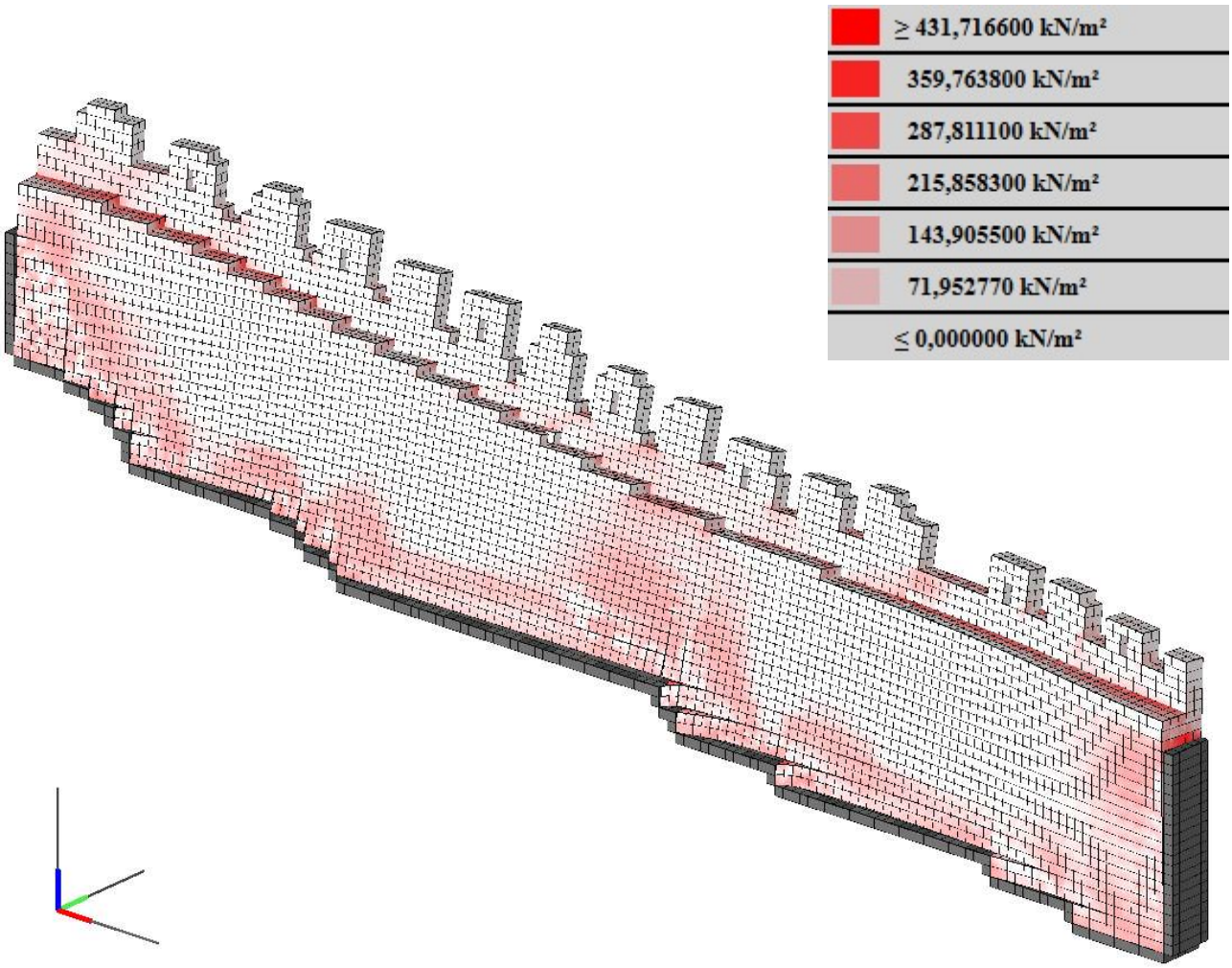
Tlačna naprezanja



Slika 6-24 Prikaz tlačnih naprezanja - Push-over u smjeru +Y (PP 475)– istočna strana

Tlačna naprezanja u zidu uslijed potresnog opterećenja u smjeru y sa zapada prema istoku javljaju je se na istočnoj strani. Na slici iznad prikazana su stupnjevanjem plave boje. Iznosi su najveći pri dnu zida. Prema modelu, tlačna naprezanja dosežu vrijednosti koje su veće od tlačne čvrstoće zida od 2,10 MPa, ali to je isključivo uz zadane rubne uvjete, na stranama elemenata zida koje su podložne nerealnim distorziranim koncentracijama naprezanja i singularitetima. Ukoliko se odabere sljedeći red elemenata zida, iznad reda koji je uz rubne uvjete, stupnjevanje plave boje pokazuje tlačna naprezanja manja od tlačne čvrstoće zida.

Vlačna naprezanja

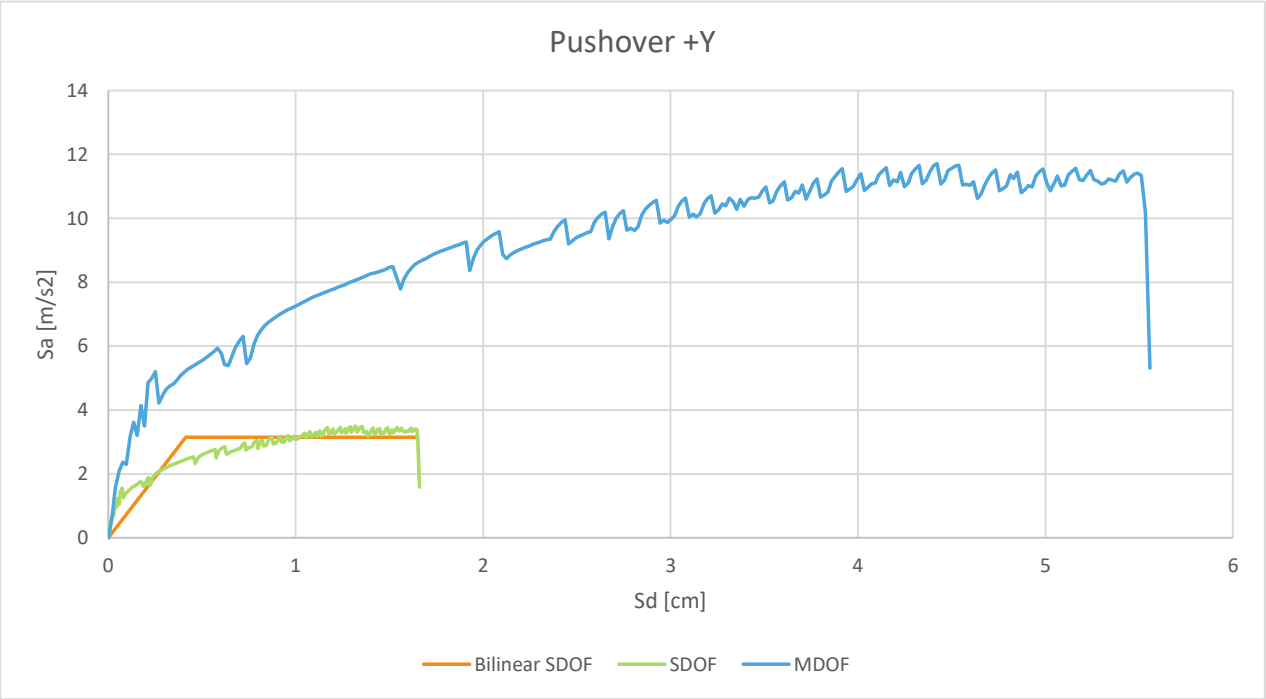


Slika 6-25 Prikaz vlačnih naprezanja - Push-over u smjeru +Y (PP 475) – zapadna strana

Vlačna naprezanja u zidu uslijed potresnog opterećenja u smjeru y sa zapada prema istoku javljaju je se na zapadnoj strani. Na slici iznad prikazana su stupnjevanjem crvene boje. Može se uočiti kako je dobar dio zapadne strane zida u vlaku. Na legendi, vrijednosti vlačnog naprezanja idu i do 0,43 MPa, ali te vrijednosti postoje samo kao koncentracije naprezanja na pojedinim mjestima u modelu. Koncentracije naprezanja u proračunskim modelima mogu biti posljedica numeričke analize gdje se uslijed nepravilne raspodjele modela na konačne elemente ili u zonama rubnih uvjeta mogu javiti singulariteti. Ispravno je takve koncentrirane vrijednosti naprezanja uprosječiti na veću površinu čime se, u ovom slučaju, postižu vrijednosti vlačnog naprezanja oko granične vrijednosti od 0,09 MPa. Dakle, veći dio vlačnih naprezanja može se uprosječiti i preraspodijeliti, a ostatak prekomjernog vlačnog naprezanja odrazit će se u obliku manjih i većih vlačnih pukotina. Za povratni period od 475 godina takvo vlačno raspucavanje zida je dozvoljeno do razine znatnog oštećenja.

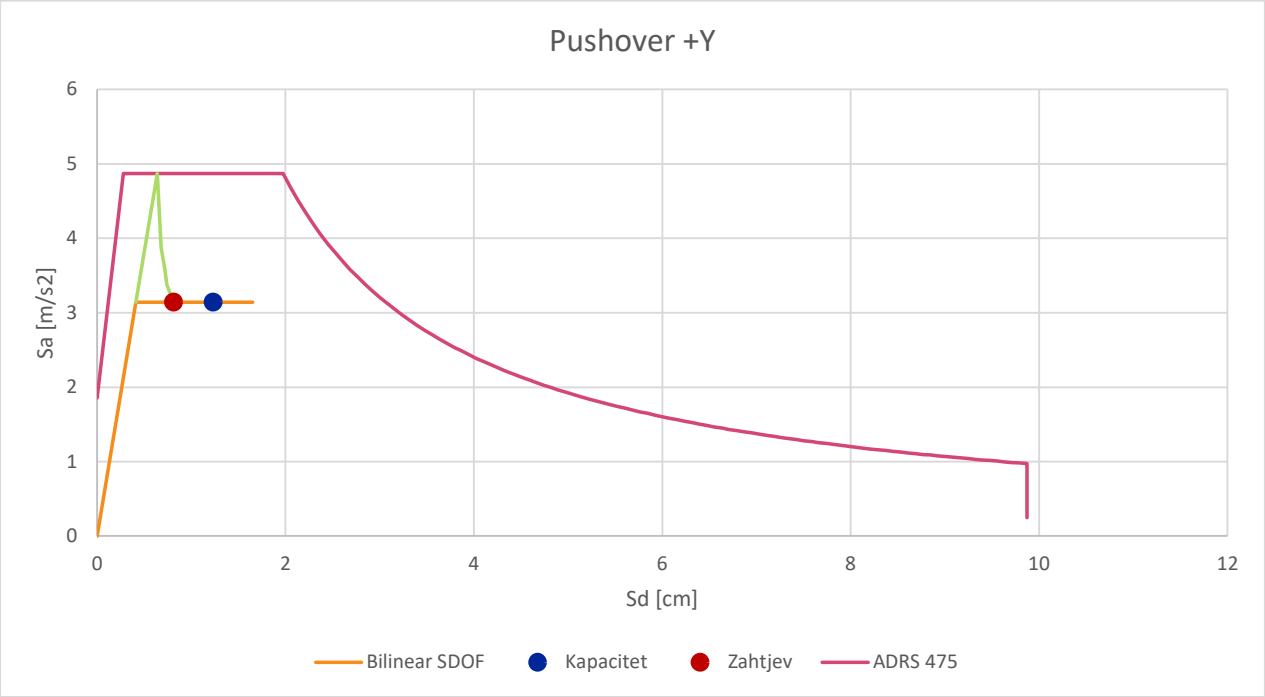
Procjena seizmičke ranjivosti – PP 475

Nakon provedbe pushover analize dobivena je krivulja sila-pomak za sustav s više stupnjeva slobode (plava linija). Kako je spektar odziva definiran za sustav s jednim stupnjem slobode, pushover krivulja sustava s više stupnjeva slobode pretvorena je u krivulju sustava s jednim stupnjem slobode (zelena linija) te potom u ekvivalentnu bilinearnu krivulju (narančasta krivulja).



Slika 6-26 Pushover krivulje sustava s više stupnjeva slobode (plavo), s jednim stupnjem slobode (zeleno) te bilinearna krivulja (narančasto) za smjer +Y

Kako bi se procijenila seizmička ranjivost konstrukcije, bilinearna krivulja uspoređena je s ADSR spektrom odziva za povratni period od 475 godina. Označene su vrijednosti kapaciteta pomaka (tamno plava točka) te zahtijevanog pomaka (crvena točka). Kapacitet konstrukcije, tj. maksimalni pomak za granično stanje znatnog oštećenja određuje se u programu HiStrA kao 75% pomaka pri padu sile od 20% odnosno pomaka u trenutku dosezanja graničnog stanja blizu rušenja, što je povratni period od 2475 godina. Zahtijevani pomak određuje se na temelju proračunskog spektra odziva za promatrani povratni period za mjerodavan period osciliranja. Uspoređujući kapacitet i zahtjev pomaka određuje se seizmička ranjivost konstrukcije.



Slika 6-27 Push-over +Y; procjena seizmičke ranjivosti

Tablica 6-9 Rekapitulacija pushover analize za granično stanje znatnog oštećenja

Analiza	Pomak [cm]		Usporedba [%]
	Kapacitet	Zahtjev	
Pushover +Y	1,23	0,81	151,80

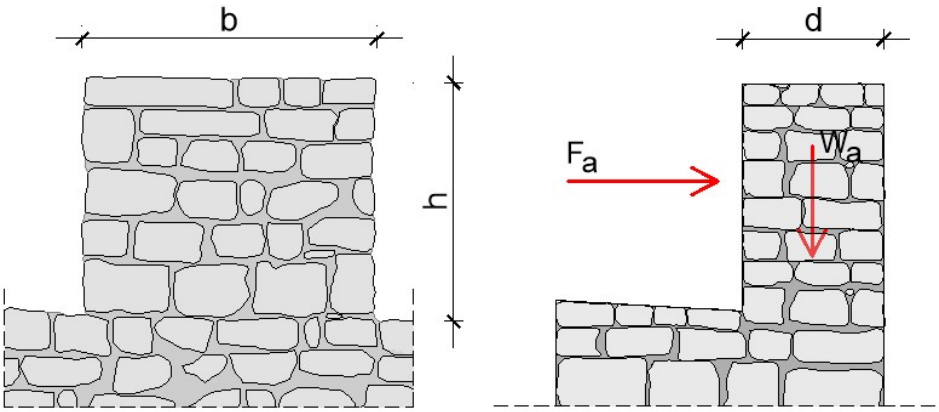
Procjenom seizmičke ranjivosti zidina, potresna otpornost iznosi **151,80%** zahtijevane otpornosti za granično stanje znatnog oštećenja.

6.3.6 Zaključak

Provedena je potresna analiza zidina za povratne periode 95 i 475 godina. Otpornost konstrukcije određena je usporedbom kapaciteta konstrukcije sa zahtijevanim pomakom u ovisnosti o povratnom periodu. **Za potres povratnog perioda 95 godina zidine imaju otpornost od 123,87%, a za potres povratnog perioda 475 godina potresna otpornost iznosi 151,80%.**

6.4 Proračun kamenih kruna zidina za seizmičku kombinaciju djelovanja

Proračun kamenih kruna zidina provodi se za horizontalno potresno djelovanje, na razini provjere bočne stabilnosti (prevrtanje krune). Potresna sila na element određena je sukladno točki 4.3.5. norme HRN EN 1998-1:2012. Proračun je proveden na karakterističnom presjeku krune.

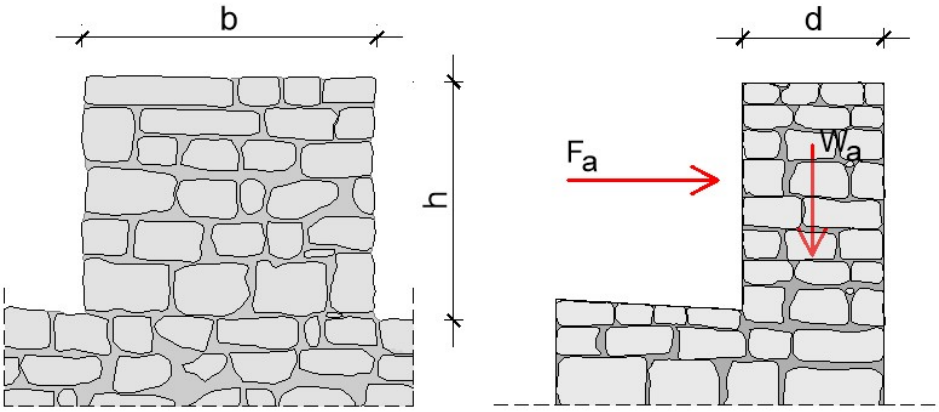


Prosječna visina kamene krune	h = 1,05 m
Prosječna duljina kamene krune	b = 1,55 m
Prosječna debljina kamene krune	d = 0,65 m
Specifična gustoća kamena	γ_{kamen} = 25,00 kN/m^3
Težina kamene krune	$W_a = N_{max}$ = 26,44 kN
Prosječna visina zida (krune) :	H = z = 7,80 m
Razred tla	A → S = 1,00
Omjer a_g / g	α = 0,19g / g = 0,19
Osnovni period vibracije krune	$T_a = C_t \cdot h^{3/4} = 0{,}05 \cdot 1{,}05^{0{,}75} = 0{,}05$ s
Osnovni period vibracije zida	$T_1 = C_t \cdot H^{3/4} = 0{,}05 \cdot 7{,}80^{0{,}75} = 0{,}23$ s
Potresni koeficijent	$S_a = \alpha \cdot S \cdot [3(1+z/H) / (1+(1-T_a/T_1)^2) - 0{,}5] = 0{,}60$
Faktor važnosti	γ_a = 1,00
Faktor ponašanja	q_a = 1,00 (konzolni parapeti i ornamenti)
Sila uslijed potresa	$F_a = (S_a \cdot W_a \cdot \gamma_a) / q_a$ = 15,86 kN
Moment od potresne sile u dnu krune	$M_a = F_a \cdot h/2$ = 8,33 kNm
Moment od vlastite težine	$M_w = W_a \cdot d/2$ = 8,59 kNm

M_w / M_a = 1,03 > 1,00 **uvjet zadovoljen – kruna je stabilna**

6.5 Proračun kamenih kruna kule za seizmičku kombinaciju djelovanja

Proračun kamenih kruna kule provodi se za horizontalno potresno djelovanje, na razini provjere bočne stabilnosti (prevrtanje krune). Potresna sila na element određena je sukladno točki 4.3.5. norme HRN EN 1998-1:2012. Proračun je proveden na karakterističnom presjeku krune.



Prosječna visina kamene krune	$h = 1{,}45$ m
Prosječna duljina kamene krune	$b = 1{,}00$ m
Prosječna debljina kamene krune	$d = 0{,}55$ m
Specifična gustoća kamena	$\gamma_{kamen} = 25{,}00$ kN/m^3
Težina kamene krune	$W_a = N_{max} = 19{,}93$ kN
Prosječna visina zida (krune) :	$H = z = 10{,}80$ m
Razred tla	$A \rightarrow S = 1{,}00$
Omjer a_g / g	$\alpha = 0{,}19g / g = 0{,}19$
Osnovni period vibracije krune	$T_a = C_t \cdot h^{3/4} = 0{,}05 \cdot 1{,}45^{0{,}75} = 0{,}07$ s
Osnovni period vibracije zida	$T_1 = C_t \cdot H^{3/4} = 0{,}05 \cdot 10{,}80^{0{,}75} = 0{,}30$ s
Potresni koeficijent	$S_a = \alpha \cdot S \cdot [3(1+z/H) / (1+(1-T_a/T_1)^2) - 0{,}5] = 0{,}62$
Faktor važnosti	$\gamma_a = 1{,}00$
Faktor ponašanja	$q_a = 1{,}00$ (konzolni parapeti i ornamenti)
Sila uslijed potresa	$F_a = (S_a \cdot W_a \cdot \gamma_a) / q_a = 12{,}40$ kN
Moment od potresne sile u dnu krune	$M_a = F_a \cdot h/2 = 8{,}99$ kNm
Moment od vlastite težine	$M_w = W_a \cdot d/2 = 5{,}48$ kNm

$M_w / M_a = 0{,}60 < 1{,}00$ **uvjet nije zadovoljen –**

Za proračunsku potresnu kombinaciju, kruna kule nije stabilna, stoga će se izvesti pojačanje ugradnjom vertikalnog čeličnog inoks sidra u sredini poprečnog presjeka kruna, duljine 250 cm. Sidro se ugrađuje u prethodno izbušenu rupu koja se nakon toga zapunjava epoksi-akrilatnim ljepilom bez otapala i stirena, a na vrhu krune se postavlja čelična inoks anker pločica.

III. TROŠKOVNIČKA SPECIFIKACIJA

Opći tehnički uvjeti su sastavni dio troškovnika

Sve stavke troškovnika podrazumijevaju nabavu, isporuku, transport, montažu i sve horizontalne i vertikalne transporte potrebnog specificiranog materijala na samoj lokaciji do mjesta ugradnje, izvedbu prema tehničkim propisima i projektnoj dokumentaciji, sa montažom pomoću kvalificirane i stručne radne snage i adekvatne mehanizacije, a u skladu sa važećim propisima i standardima.
Skladištenje materijala i opreme treba provesti u svemu sukladno uvjetima iz važećih tehničkih propisa, normi i prema uputama proizvođača, tako da materijal bude osiguran od vlaženja, lomova i sl., jer se samo neoštećen i kvalitetan smije ugrađivat. Vezna sredstva također moraju biti neoštećena i kvalitetna. Sve materijale koji se ugrađuju treba ispitati prema važećim tehničkim propisima i izjave o svojstvima predočiti nadzornom inženjeru. Sav oštećeni materijal izvođač dužan zamijeniti ispravnim prije ugradnje o vlastitom trošku.
U jediničnu cijenu uključiti sve troškove otpada materijala, otpad koji je nastalo zbog oblika i razvedenosti objekta te samog odabira materijala (npr. kod podopolagačkih radova, keramičarskih radova, kamenarskih radova i sl.). Prilikom nuđenja ili najkasnije prilikom sklapanja ugovora izvođač je dužan izraditi sheme polaganja kako bi ustanovio količinu otpadnog materijala koji mora uračunati u jediničnu cijenu.
Zabranjena je ugradnja građevnog proizvoda koji:

- je isporučen bez oznake u skladu s posebnim propisom,
- je isporučen bez tehničke upute za ugradnju i uporabu,
- nema svojstva zahtijevana projektom ili mu je istekao rok uporabe, odnosno čiji podaci značajni za ugradnju, uporabu i utjecaj na svojstva i trajnost nisu sukladni podacima određenim projektom.
- je na bilo koji način oštećen ili nezadovoljavajućih karakteristika

Svi ugrađeni materijali i proizvodi moraju odgovarati važećim tehničkim propisima i standardima, propisima zaštite na radu i ostalim propisima Republike Hrvatske, a trošak svih dokaza kvalitete mora biti ugrađen u jediničnu cijenu. Kako bi dokazao uporabljivost građevnog proizvoda izvođač je dužan dostaviti važeću dokumentaciju prema Zakonu o građevnim proizvodima.
Kod preuzimanja građevnog proizvoda izvođač mora utvrditi da isti zadovoljava sve uvjete propisane Tehničkim propisom o građevnim proizvodima. Ukoliko proizvod koji je proizveden izvan ili na gradilištu ne zadovoljava uvjete, nije dozvoljena njegova uporaba ni ugradnja.
Sav materijal potreban za izvođenje pojedine vrste radova na jednom objektu mora biti iz iste serije proizvodnje kako se ne bi dogodila odstupanja u dimenzijama, nijansi boje ili ostalim svojstvima.
Materijali ni na koji način ne smiju štetno utjecati na podlogu, oblogu ni zdravlje ljudi koji s njima rade.
Ukoliko isto nije obračunato u zasebnoj stavci troškovnika, u jediničnu cijenu osim gore navedenog treba uključiti i:

- troškove osiguranja izjave o svojstvima ugrađenih građevnih proizvoda, ili odgovarajućeg dokumenta dokaza ugradljivosti
- troškove ishođenja izjave o svojstvima ugrađene opreme i/ili postrojenja i
- troškove ishođenja dokaza kvalitete za koje postoji obveza prikupljanja tijekom izvođenja građevinskih i drugih radova za sve instalacije i sve izvedene dijelove građevine što uključuje sva potrebna ispitivanja i pisani prikaz rezultata ispitivanja, zapisnike o provedenim postupcima kontrole kvalitete i funkcionalnim probama ugrađenih sustava.
- Troškove izrade uzoraka materijala

U kalkulaciji rada treba u jedinične cijene uključiti (osim ako nije drugačije propisano i obuhvaćeno posebnom troškovničkom stavkom):

- sav rad potreban da se stavka izvede do potpune gotovosti i funkcionalnosti, kako glavni tako i pomoćni rad svih radnika, alata, strojeva i pribora
- čišćenje prostora svakodnevno u tijeku radova i nakon završetka određene vrste radova kompletno čišćenje
- odvoz otpadnog materijala (šute i viška materijala te lomova, ambalaže i sl.) s gradilišta
- sve naknade za odlaganje otpadnog materijala na deponiju
- sva pomagala, pribor, alate i mehanizaciju koja se koristi za rad te odvoz, dovoz i skladištenje istih, uključivo i troškove za posuđenu i unajmljenu mehanizaciju

- sve horizontalne i vertikalne transporte do mjesta ugradnje (uključivo svu potrebnu mehanizaciju za kvalitetan transport)
- potrebne oplate, razupore, podupore, mostovi za prebacivanje iskopa većih dubina (osiguranje od urušavanja kod zemljanih radova), radne skele, užadi, ljestve, oznake rovova
- troškove za bilo kakav otežani rad (npr. kod iskopa >2,0 m, u mokrom i sl.)
- postave ograde i mostova za prebacivanje alata, materijala i radnika
- crpljenje površinske i procjedne vode
- kompletnu pripremu podloge- zbijanje, pranje, čišćenje, otprašivanje, sitini popravci za osiguranje ravnosti i ugradnja podložnih/razdjelnih slojeva potrebnih za kvalitetno izvođenje radova (sve prema opisu za pripremu podloge od strane proizvođača ili projektne dokumentacije prije izvedbe određenog rada)
- sva brtvljenja oko ugrađenih elemenata (do potpune vodonepropusnosti, zrakonepropusnosti, ispunjavanje požarnih zahtjeva i sl.)
- kvalitetnu izvedbu svih spojeva ugrađenih materijala
- troškove rada u radionici i sve troškove dostave na gradilište
- izlazak na teren i uzimanje potrebnih izmjera na gradilištu za sve vrste radova
- sva ocrtavanja/označavanja mjesta za štemanje, rupe, pante, rasvjetu, instalacije, obujmice, revizije te rezanja za manje prodore
- nanosnu skelu i sva druga sredstva i rad potreban za odmjeravanje i označavanje gabarita objekta, te sva odmjeravanja i označavanja unutar objekta za točno pozicioniranje prilikom izvođenja radova
- troškove popravka štete kao posljedica nepažnje u toku izvedbe, eventualna krpanja tijekom radova
- troškove zaštite na radu
- zidarska pripomoć obrtnicima, instalaterima, nošenje izuzetno teških predmeta, pripomoć kod raznih ugradbi, materijal za ugradbu i troškovi suradnje sa drugim izvođačima
- kompletnu zaštitu od korozije i požara prema projektnim zahtjevima
- troškovi ispitivanja kvalitete materijala tijekom izvođenja
- troškovi izrade radioničke dokumentacije
- sav rad oko zaštite i zaštitu gotovih konstrukcija i dijelova objekta od nepovoljnih atmosferskih utjecaja, radova koji slijede nakon toga rada i popravak, tj. naknadu štete učinjene pri radu na svojim ili tuđim radovima
- izvedba u svemu prema svim važećim projektnima, nacrtima, dodatnim uputama i danim tehničkim smjernicama
- suradnja sa ostalim izvođačima radova na gradilištu, posebice prilikom izvođenja složenih ili kontaktnih stavki
- prijevoz i smještaj djelatnika, dnevnice i ostali troškovi definirani ugovor prema djelatnicima
- svi troškovi prometne regulacije van gradilišta u smislu organizacije gradilišta i radova (naknade za zauzeće površine, naknade za opterećenje prometnica, regulacije i sl.), ako drugačije nije definirano stavkama troškovnika

Ugovorene jedinične cijene pojedinih stavaka vrijede za cijeli objekt bez obzira na katnost, visinu prostorija ili sl. gdje se vrši dotični rad.
Izvođač je potreban izvesti sve potrebne radove za pripremu i održavanje gradilišta te se za to ne naplaćuje posebna naknada. Svi troškovi organizacije gradilišta uključeni su u jediničnim cijenama, ako nije drugačije definirano ugovorom, natječajnom dokumentacijom ili predviđenim stavkama troškovnika:

- Izrada elaborata organizacije gradilišta, plana izvođenja radova i sheme organizacije gradilišta. Shemu organizacije gradilišta je izvođač dužan prije izvođenja radova dostaviti na kontrolu i suglasnost nadzornom inženjeru
- Svi troškovi režije gradilišta (struja, voda, internet, plin i ostalo), troškovi priključaka i razvoda svih privremenih instalacija gradilišta, sav potrošni materijal i oprema izvođača
- Izvođač treba detaljno razraditi tehnologiju izvođenja konstrukcije u vidu elaborata. Izvođač treba ishoditi suglasnost projektanta konstrukcije za tehnologiju izvođenja konstrukcije.
- Izgradnja, uređenje i održavanje gradilišnih i pristupnih puteva, sa postavom i održavanjem prometne regulacije na gradilištu i na pristupnim prometnicama

- Prostor za gradilišni deponij - organizacija, izvedba i održavanje
- Svi unutarnji i vanjski transporti (horizontalni i vertikalni) materijala i sva oprema i strojevi potrebni za izvođenje radova te skladištenje istih
- Izrada, montaža i održavanje zaštitnih oznaka, radnih skela, ograda, razupora, zaštita rovova, ljestvi, bina i sl. sukladno Zakonu ZNR, te nakon završteka radova demontaža istih
- Nanosna skela, sa označavanjem osi i visinskih kota objekta koje zadaje ovlašteni geodeta. U cijeni je uključeno održavanje osi i visinskih kota tijekom izvođenja radova od ovlaštenog geodete
- Gradilišna tabla, Tabla sa znakovima upozorenja i tabla "zabranjen pristup nezaposlenim osobama" i sve ostale table i oznake po ZNR
- Otvorena i zatvorena skladišta raznih materijala (nadstrešnice, platoi, barake i sl)
- Troškovi osiguranje gradilišta(čuvarska služba) i osvjetljenje gradilišta
- Kontejneri različitih namjena i dimenzija te WCi za zaposlenike izvođača/podizvođača sa svim potrebnim zahtjevima
- Aparati za gašenje požara i sve mjere za zaštitu od požara prema pravilnicima za vrijeme izvođenja radova

Ukoliko je u ugovoreni termin izvršenja objekta uključen i zimski odnosno ljetni period, to se neće posebno izvođaču priznavati na ime naknade, već sve mora biti uključeno u jediničnu cijenu. Za vrijeme zime građevina se mora zaštititi. Svi eventualno smrznuti dijelovi moraju se ukloniti i izvesti ponovno bez bilo kakve naplate. Ukoliko je temperatura niža od temperature pri kojoj je dozvoljen određeni rad, izvođač je dužan o tome obavijestiti Investitora i nadzornog inženjera.
To isto vrijedi i za zaštitu radova tokom ljeta od prebrzog sušenja uslijed visoke temperature. Ukoliko dođe do kašnjenja u dinamici krivnjom izvođača, dodatne troškove pri radu na niskim/ visokim temperaturama snosi izvođač.
U kalkulacije izvođač mora prema ponuđenim radovima uračunati eventualne zaštite za zimski period, kišu ili sl.
Sve radove treba izvesti prema projektnoj dokumentaciji, detaljnim nacrtima, opisima troškovnika, tehničkim propisima, uputama projektanta i nadzornog inženjera te uvjetima proizvođača. Ukoliko nastane razlika između troškovnika i detalja, za ispravnost procjene mjerodavan je detalj te zato izvođač mora prije davanja ponude tražiti dokumentaciju na raspolaganje.
Izvođač je dužan provjeriti sve dimenzije na licu mjesta, sve mjere otvora i sl., a bilo kakva pogreška, propust ili neslaganja između nacrta arhitekture i eventualnih dodatnih nacrta i projektnih detalja ili stanja na licu mjesta moraju se prijaviti voditelju projekta, nadzornom inženjeru i projektantu. Naknadni troškovni nastali iz nesklada izvođaču neće biti priznati. Sve kontrole izvođač je dužan izvesti bez posebne naplate.
Prije početka gradnje potrebno je predvidjeti i planirati sve aktivnosti koje su potrebne da se građevina izgradi u skladu sa važećim zakonima i propisima, u ugovorenom roku i uz poštivanje ugovorenih ekonomsko-financijskih uvjeta.
Potrebno je proučiti sve tehnologije izvedbe pojedinih radova radi optimalne organizacije građenja, nabavke materijala, kalkulacije i sl. Prije izvedbe potrebno je uzeti točne mjere na licu mjesta.
Materijal i opremu potrebnu za izvođenje radova koji su predmet nabave dužan je dobaviti i ugraditi izvođač, osim ako nije drugačije navedeno u troškovničkoj stavci.
Svi ugrađeni materijali moraju ispunjavati zahtjeve prema uvjetima iz projekta, biti u skladu sa važećom zakonskom regulativom i normama na koje se ona poziva i odgovarati opisu pojedinih stavaka troškovnika i OTU-u.
Sav materijal potreban za izvođenje određene vrste radova radova na jednom objektu mora biti iz iste serije proizvodnje kako se ne bi dogodila odstupanja u dimenzijama, nijansi boje ili ostalim svojstvima (npr. Pločice, kamen, podne obloge, boje i ostalo).
Materijal se ne smije oštetiti tijekom manipulacije, skladištenja i transporta od proizvodnje do montaže na gradilištu. Sva nastala oštećenja trebaju se sanirati na zadovoljavajući način prije ugradnje o trošku izvođača. Loše obrađeni, oštećeni ili napukli dijelovi ne smiju se ugrađivati, a ukoliko ih izvođač ugradi, morati će ih zamijeniti na vlastiti trošak.

Izvođač jamči za kvalitetu izvedenih radova prema uvjetima iz projektne dokumentacije, propisima i pravilima struke, kao i da će tijekom gradnje poduzeti sve mjere da osigura radove tako da isti nemaju nedostatke koji onemogućuju i umanjuju njihovu vrijednost ili prikladnost za namijenjenu upotrebu.
Svi radovi moraju biti izrađeni u skladu sa zahtjevima važećih standarda i u skladu sa uzancama zanata u građevinarstvu, te prema svim važećim zakonima, prema projektu i opisu pojedinih stavaka troškovnika i OTU-u.
Sukladno odredbama Zakona o obveznim odnosima i Zakona o gradnji, izvođač odgovara za nedostatke radova koji se tiču ispunjavanja zakonom određenih bitnih zahtjeva za građevinu, u roku od deset godina od dana uredne primopredaje.
Sva potrebna ispitivanja materijala moraju obaviti osobe koje su po zakonu ovlaštene za obavljanje tog posla i zadovoljavaju sve uvjete u skladu sa obvezujućom zakonskom regulativom.
Svaki dan nakon završenog rada treba očistiti sve površine ne kojima se radilo i ukloniti sav otpad izvan zgrade, a sutradan odvesti na gradski deponij. Svako jutro rad počinje na očišćenom gradilištu, jer inače se ne može postići tražena kvaliteta izvedbe.
Izvođač je dužan prije primopredaje radova otkloniti sve eventualne nedostatke. Ako to ne učini u za to predviđenom roku investitor može otklanjanje nedostataka povjeriti trećoj strani, a na trošak izvođača.
Izvođač je dužan bez posebne naknade sudjelovati na tehničkom pregledu te sastaviti izjavu prema Pravilniku o sadržaju pisane izjave izvođača o izvedenim radovima i uvjetima održavanje građevine (NN 43/13). Također, dužan je bez posebne naknade pribaviti svu potrebnu dokumentaciju za tehnički pregled (uključivo izjave o svojstvima za sve ugrađene materijale, garancije, izvješća o provedenim ispitivanjima i svu drugu dokumentaciju traženu u projektima i sukladno važećim zakonima i pravilnicima).
Nakon pozitivnog rješenja o provedenom tehničkom pregledu ili u posebnim slučajevima prije odrađenog tehničkog pregleda, izvođač zapisnički predaje građevinu na korištenje investitoru.
Ukoliko komisija na tehničkom pregledu ima primjedbe na izvedene radove, izvođač je dužan iste sanirati u za to predviđenom roku i bez posebne naknade (osim u slučajevima kada je potrebno dodatno izvođenje radova koji nisu predviđeni projektom) kako bi investitor mogao ishoditi uporabnu dozvolu za objekt.

PRIPREMNI RADOVI

Prije početka izvođenja radova izvođač je dužan osigurati objekt i prijaviti i inspekciji zaštite na radu te o tome dati investitoru pismeni dokaz.
Radove čišćenja terena izvoditi uz primjenu higijensko-tehničkih zaštitnih mjera propisanih u važećoj zakonskoj regulativi u točki 1.4.2., bez nanošenja štete susjednim objektima, posjedima uz trasu i imovini uopće. Rušenjem stabala ne smiju se oštetiti stabla koja nisu predviđena za rušenje.
Potrebno spriječiti bilo kakvu mogućnost zagađenja gradilišta i prometnica predviđenih za transport, što uključuje i pranje svakog kamiona od zemlje prije izlaza na javnu prometnicu te trošak izvedbe i održavanja rampe i privremene odvodnje rampe za pranje kamiona prije izlaska sa gradilišta za vrijeme trajanja zemljanih radova (ili sve dok postoje uvjeti na gradilištu koji zahtijevanju pranje vozila).
Predviđena mehanizacija za izvođenje mora biti u besprijekornom stanju, a ne smiju se primjenjivati pomoćni materijali kojima se može onečistiti okoliš (voda, tlo, flora i fauna).
Radove, skladištenja ili ostale radnje na privremeno zauzetim gradskim prometnicama treba izvoditi sukladno Rješenju i Pravilnicima komunalnih službi i sve površine nakon završetka radova dovesti u prvobitno ili poboljšano stanje. Troškove zauzimanja javne površine izvođač je dužan ukalkulirati u jediničnu cijenu ponude te mu se dodatni trošak na račun toga neće priznavati.
U jediničnu cijenu stavaka uključeno je:

- Svi troškovi pripreme i raspremanja gradilišta
- Pomoćni objekti, skladišta, uređenje odlagališta materijala
- Horizontalan i vertikalna signalizacija na gradilištu
- Gradilišna tabla
- Održavanje gradilišta urednim tijekom izvođenja radova
- Održavanje mehanizacije u urednom stanju
- Priključenje kontejnera na sve potrebne instalacije

RUŠENJA I DEMONTAŽE

Radovima na rušenju i demontažama mora se prići s velikim oprezom, sa svim potrebnim osiguranjima objekta i mjerama zaštite okoliša i štetnog utjecaja na objekt i susjedne objekte. Sve radove treba izvesti uz obveznu primjenu važećih propisa zaštite na radu za ovu vrstu radova. Za tu vrstu radova potrebno je imati odgovarajuću strukturu radne snage za osiguranje podupiranja, izradu zaštitnih ograda, te stalnu kontrolu na mjestima gdje se rušenje i demontaža obavlja.
U slučaju nepredviđenih nalaza (arheološko nalazi, razne instalacije, stanje konstrukcije ili elemenata koje ne odgovara predviđenom i projektiranom stanju i sl.) izvođač je dužan odmah na toj poziciji obustaviti radove i o tome obavijestiti investitora i nadzornog inženjera. Radovi se nastavljaju po odobrenju nadzornog inženjera.

Potrebno je spriječiti bilo kakvu mogućnost zagađenja gradilišta i prometnica predviđenih za transport, što uključuje i pranje svakog kamiona od zemlje prije izlaza na javnu prometnicu te trošak izvedbe i održavanja rampe i privremene odvodnje rampe za pranje kamiona prije izlaska sa gradilišta za vrijeme trajanja zemljanih radova (ili sve dok postoje uvjeti na gradilištu koji zahtijevanju pranje vozila).
Predviđena mehanizacija za izvođenje mora biti u besprijekornom stanju, a ne smiju se primjenjivati pomoćni materijali kojima se može onečistiti okoliš (voda, tlo, flora i fauna).
Radove, skladištenja ili ostale radnje na privremeno zauzetim gradskim prometnicama treba izvoditi sukladno Rješenju i Pravilnicima komunalnih službi i sve površine nakon završetka radova dovesti u prvobitno ili poboljšano stanje. Troškove zauzimanja javne površine izvođač je dužan ukalkulirati u jediničnu cijenu ponude te mu se dodatni trošak na račun toga neće priznavati.
Demontaže i rušenja će se izvesti ručnim i mehaničkim sredstvima na način da se posljedice rada štetno ne odraze na okruženje. Izvođač mora u toku razgradnje primjenjivati adekvatne mjere i radove kako bi se okoliš zaštitio od prekomjerne prašine i buke koja se nužno stvara prilikom rada na rušenju pojedinih elemenata građevine. Prije početka rušenja konstruktivnih elemenata izvršiti demontažu svih instalacija, opreme i bravarije. Prije početka radova mora se ugrožena zona ograditi ogradom visine min. 2,0 m.
Ukoliko se kod rušenja ustanovi da je neki materijal pronađen na parceli štetan za okoliš (razne hidroizolacije, kemijske tvari i sl.) iste treba izdvojiti od ostalog otpada i na adekvatan način zbrinuti prema važećim propisima. Zbrinjavanje tog otpada provodi se putem komunalne organizacije ili nekog drugog ovlaštenog sakupljača.
Izvođač rušenja mora sve građevinske elemente usitniti na veličine i težine prikladne za utovar i odvoz kamionima.
Sav otpadni materijal mora biti skladišten, recikliran ili deponiran na odlagalište otpadnog otpada sukladno važećim pravilnicima za gospodarenje otpadom.
Sav iskoristivi materijal (npr. zdrava drvena građa, crijep, PVC stolarija i sl.) treba se demontirati pažljivo i posebno deponirati na mjesto koje odredi investitor sve do ponovne ugradnje ili daljnje prodaje. Deponirani materijal mora biti odložen na mjesto da ne ometa radove. O korištenju materijala treba odlučiti investitor.

GEODETSKI RADOVI

Za provođenje geodetskih radova Izvođač mora osigurati osobu ovlaštenu za provedbu istih, a shodno Zakonu o obavljanju geodetske djelatnosti.
Održavanje svih geodetskih točaka postavljenih prije ili za vrijeme izvođenja radova u obavezi je Izvođača radova. Za oštećenje ili pomicanje oznaka Izvođač je dužan ponovno pozvati ovlaštenog geodeta i provesti novo mjerenje i označavanje o svom trošku.

ČELIČNA KONSTRUKCIJA

Prilikom izvedbe čelične konstrukcije izvođač radova mora se pridržavati uvjeta i opisa iz projektne dokumentacije.
Za izvedbu i projektiranje čeličnih konstrukcija primjenjuje se Tehnički propis za građevinske konstrukcije, Tehnički propis za građevne proizvode, norma HRN EN 1090 – Izvođenje čeličnih i aluminijskih konstrukcija, norma HRN EN 1990 i hrvatske norme nizova HRN EN 1991, HRN EN 1993, HRN EN 1997 i HRN EN 1998, s pripadajućim nacionalnim dodacima te normama na koje ove norme upućuju.

Prije izrade radioničke dokumentacije i same čelične konstrukcije izvođač je dužan obaviti izmjeru na gradilištu. Radioničke nacrte treba uskladiti sa geodetskim elaboratom izvedene armiranobetonske konstrukcije ili izmjerom AB konstrukcije, ako geodetski elaborat nije rađen.
S izvođenjem čelične konstrukcije smije se započeti isključivo nakon ovjere radioničke dokumentacije (izrađene od strane izvođača) od strane projektanta konstrukcije.
Kako bi se osigurala tražena kvaliteta, izrada i montaža čelične ili aluminijske konstrukcije mora se povjeriti izvođačkoj firmi koja je certificirana za izvođenje čeličnih konstrukcija sukladno HRN EN 1090-2:2018 i HRN EN 1090-3:2018 te sve radnje izvesti u skladu sa zahtjevima za tu klasu.
Norme HRN EN 1090-2:2018 i HRN EN 1090-3:2018 te norma na koje navedene upućuju daju uvjete za izradu varova kojih se treba pridržavati prilikom izvedbe zavarivanja.
Ovisno o klasi izvedbe kvalitetu varova definiraju norme HRN EN ISO 3834:
EXC1: HRN EN ISO 3834-4 – Zahtjevi za kvalitetu zavarivanja taljenjem metalnih materijala - osnovni zahtjevi za kvalitetu
EXC2 : EN ISO 3834-3 – Zahtjevi za kvalitetu zavarivanja taljenjem metalnih materijala - standardni zahtjevi za kvalitetu
EXC3 i EXC4: EN ISO 3834-3 – Zahtjevi za kvalitetu zavarivanja taljenjem metalnih materijala - sveobuhvatni zahtjevi za kvalitetu
Izradu varova čelične konstrukcije moraju izvoditi isključivo atestirani djelatnici. Varove izvoditi kvalitetno i uredno na očišćenoj površini čelične konstrukcije prije nanošenja ikakvih temeljnih i zaštitnih premaza te sukladno uvjetima iz projekta ispitati varove.
Sukladno elaboratu zaštite od požara i projektima, čeličnu konstrukciju je potrebno zaštititi od požara premazima ili oblogama, na zahtijevanu klasu otpornosti. Za projektiranje čeličnih konstrukcija na djelovanje požara primjenjuje se hrvatska norma HRN EN 1993-1-2, s pripadajućim nacionalnim dodatkom te normama na koje ova norma upućuje.
Priprema površine:
Željezo: Površina mora biti očišćena od ulja, masti i prašine. Površina mora biti pripremljena u skladu sa HRN EN ISO 12944 – 4:2018 i HRN EN ISO 8501 . Nivo pripreme ovisi o očekivanim opterećenjima.
Sustav zaštite:
Za odabir pravilnog načina ugradnje i ostvarivanje željenog rezultata zaštite potrebno je prije ugradnje napraviti probna polja te proizvod odabrati sukladno uvjetima izloženosti i poziciji elementa u konstrukciji.
Trajnost zaštite bojom i lakovima (HRN EN ISO 12944-1:2018):
- Niska(L)- 7 godina
- Srednja (M) – 7 do 15 godina
- Visoka (H) – 15 do 25 godina
- Vrlo visoka (VH) – više od 25 godina

Prilikom nanošenja premaza potrebno je ostvariti jednolične debljine sloja i ravnomjerni izgled površine. Sustav zaštite u potpunosti izvesti prema uputama proizvođača.
Ispitivanja materijala izvode se prema navedenim normama, a izvođač mora dostaviti važeću dokumentaciju sukladno Tehničkom propisu za građevne proizvode kako bi dokazao ispunjavanje uvjeta uporabivosti i ostalih svojstava.
Pregledi i održavanje čelične konstrukcije izvode se sukladno Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije i Pravilnikom o održavanju građevina, opisano u točki 1.7. ili u razmacima i na način određen projektom i pisanom izjavom izvođača o izvedenim radovima i o uvjetima održavanja građevine.
Vremenski razmak između pojedinih redovitih pregleda građevinske konstrukcije ne smije biti duži od:
1. osnovni pregledi – 1 godina
2. glavni pregledi – 10 godina za zgrade, a 5 godina za mostove, tornjeve i druge inženjerske građevine

Trajnost izvedenih varova, podložaka i ostalih dodatnih materijala treba biti jednaka trajnosti osnovnog materijala, sukladno HRN EN 1090-2, HRN EN 1933-1-4, HRN 1991-1.
Predviđena trajnost premaza za zaštitu od korozije kraća je od trajnosti elementa pa je potrebno predvidjeti obnavljanje sukladno uputama proizvođača (HRN EN ISO 1944-1:2018). Nivo oštećenja zaštite prije prvog obnavljanja definiran je u normama.
Jedinična cijena radova na čeličnoj konstrukciji uključuje još i slijedeće radove:

- izvedbu radioničke dokumentacije
- izvedbu i obradu spojeva sukladno projektu (vijčanih spojeva, varenih spojeva ili drugih načina izvedbe spojeva)
- ispitivanje varova prema uvjetima iz projekta

ZIDARSKI RADOVI

Prilikom izvedbe zidarsko-fasaderskih radova i za korištenje materijala opisanih u troškovniku izvođač radova mora se pridržavati uvjeta i opisa iz projektne dokumentacije kao i važećih propisa.

- Zidanje

Građevni proizvod proizveden u proizvodnom pogonu (tvornici) izvan gradilišta smije se ugraditi u zidanu konstrukciju ako ispunjava zahtjeve propisane važećim propisima i ako je za njega izdana isprava o sukladnosti u skladu s važećim propisima.
Mort, beton, armatura, zidni elementi od prirodnog kamena i predgotovljeno zide izrađeni na gradilištu za potrebe toga gradilišta, smiju se ugraditi u zidanu konstrukciju ako je za njih dokazana uporabljivost u skladu s projektom zidane konstrukcije i važećim propisima.
Zidanje izvesti u svemu prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije te normama na koji se isti poziva.
Pri zidanju ostaviti sve otvore za kanale, instalacije i slično, sukladno izvedbenom projektu. Sav naknadi rad na korekciji pogrešaka zbog neizvedenih ili neusklađeno izvedenih otvora snosi izvođač.
Kod pregradnih zidova iznad vrata izvesti nadvoje.
Svježe zidove treba zaštititi od utjecaja visoke i niske temperature i atmosferskih nepogoda.

- Žbukanje

Pijesak za žbukanje mora biti čist od organskih primjesa, oštar i prosijan, a vapno hidratizirano.
Žbukanje zidova, stropova te stupova vršiti u pogodno vrijeme, kad su isti potpuno suhi. Po velikoj zimi i vrućini treba izbjegavati žbukanje, jer tada može doći do smrzavanja odnosno pucanja uslijed prebrzog sušenja.
Prije žbukanja treba plohe dobro očistiti, a naročito spojnice koje moraju biti udubljene cca 2 cm od plohe zida.
Prije početka žbukanja plohe dobro navlažiti, a naročito kad se žbuka sa cementnim mortom. Betonske i armirano betonske dijelove prije žbukanja treba poprskati sa rijetkim cementnim mortom. Isto vrijedi za fasadne plohe koje se žbukaju.
Finu žbuku izraditi tako, da površina bude posve ravna i glatka, a uglove i bridove te spojeve zida i stropa izvesti oštro, ukoliko u troškovniku nije drugačije označeno. Na svim bridovima koji se žbukaju produžnom žbukom ugrađuju se kutni štitnici od aluminija, na vanjskoj žbuci od nehrđajućeg čelika, koji su uključeni u jediničnu cijenu.
Staklene mrežice koje se rabe u graditeljstvu moraju zadovoljavati uvjete propisane Tehničkim propisom o građevnim proizvodima (prilog II.)
Strojno žbukanje gips-vapnenom žbukom:
Kod strojnog žbukanja prskanjem nanosi se samo jedan sloj žbuke ukupne debljine cca 1,5 cm. Da bi se postigla ravna površina ožbukanih zidova potrebno je prethodno na zid pričvrstiti vodilice i kutnike za bridove od pocinčanog lima, koji ujedno služe za formiranje ravnih i pravilnih bridova. Vodilice i kutni profili uključeni su u jediničnu cijenu žbukanja zidova.
Nepropisno ožbukani zidovi i stropovi moraju se ispraviti bez prava naplate.
Betonske plohe moraju prije žbukanja biti obrađene tako da se žbuka dobro prihvati na betonsku površinu.

- Plivajući podovi

Debljinu i nagibe estriha i betonskih podloga izvesti prema projektu te obavezno provjeriti i uskladiti izvedbu sa zahtjevima za podne obloge koje dolaze na podlogu. Zaglađivanje treba biti kvalitetno izvedena, kao podloga za završnu podnu oblogu.
Sve podloge moraju biti čiste, čvrste, suhe, nesmrznute, nosive i zadovoljavajuće čvrstoće. Plohe veće od 25 m2 dilatirati na plohe sa stranicama omjera maksimalno 2:1, ako nije drugačije propisano i uskladiti sa dilatacijama završnih slojeva poda sukladno uputama iz projekta. Dilatacije u hodnicima izvoditi svakih 10m1.

Dilatacije u bet.podlozi i estrihu izvoditi u skladu sa dilatacijama na završnim podnim slojevima! Uz zidove, položiti rubne trake širine cca 1 cm. Sve podloge dobro navlažiti vodom ili impregnirati.
Betonska podloga
Betonska podloga izvodi se od sitnozrnog betona (najkrupnije zrno agregata za cementni estrih 8 mm), razreda tlačne čvrstoće prema projektnoj dokumentaciji, ili mrežom prema opisu stavke.
Alternativno se umjesto mreže mogu koristiti i ojačanja sa polipropilenskim vlakancima prema preporukama proizvođača.
Strojno pripremljen beton razastire se do polovine projektirane visine sloja, potom se postavlja armatura i nastavlja sa razastiranjem betona do pune visine sloja. Beton se vibrira i zaglađuje strojno, "helikopterskom" gladilicom, ili ručno ("fratunom") ako je isto traženo opisom stavke. Površina mora biti ravna. Ukoliko neravnine budu veće popravak izravnanja ide na teret izvođača.
Estrih
Na sudarima estriha sa zidovima, stupovima, dovratnicima i ostalim vertikalnim elementima konstrukcije te oko elemenata instalacija koji prodiru kroz pod, potrebno je izvesti dilatacijsku fugu. Fuga se izvodi umetkom od ekspandiranog polistirena ("stiropor"), širine 1cm i visine do kote gotova poda i uključena je u jediničnu cijenu stavke. Estrih se u normalnim uvjetima suši 3-4 tjedna, dok mu vlažnost ne padne ispod 3%, a čvrstoća naraste preko 70% . Potom se mogu izvoditi daljnji radovi.
Neposredno nakon ugradnje obrađenu površinu zaštititi od brzog sušenja i propuha. Nekoliko sati nakon ugradnje površina se njeguje (lagano vlaženje, prekrivanje folijom ili premazivanje sredstvima za zaštitu svježeg betona). Završne podne obloge polagati na osušeni cementni estrih nakon minimalno 28 dana ili prema uputama proizvođača podopolagačkih radova. Prije polaganja podnih obloga kontrolirati zaostalu građevinsku vlagu. Prilikom izvođenja radova pridržavati se važećih građevinskih normi.
Za estrih iznad podnog grijanja predvidjeti dodatke u sastavu i radne razdjelnice u području pragova.

- Fasada

Kod izrade bilo kojeg sustava fasade potrebno je koristiti sistemske komponente i sistemska rješenja prema uputama proizvođača. Izvođač je dužan u jediničnu cijenu uključiti sve potrebne profile za kvalitetno izvođenje radova na fasadi (okapni i kutni profil, završetak podnožja fasade i sl.)
Sve komponente moraju ispunjavati projektne zahtjeve u vidu koeficijenta toplinske provodljivosti.
Izvođač je dužan ostvariti zadovoljavajući estetski izgled fasade, u protivnom je isto dužan sanirati o svom trošku. Naknadno izravnavanje izvedenog fasadnog sustava nije dozvoljeno.
Prije početka radova na izvedbi fasade klupčice, metalne dijelove, drvo i staklo izvođač je dužan zaštititi PE folijom, što je uključeno u jediničnu cijenu.
Postava izolacije na zid izvodi se lijepljenjem polimerno-cementnim ljepilom točkasto i po rubovima ploče ili mehaničkim učvršćenjem.
Sve podloge na koje se postavlja fasadna žbuka moraju biti glatke, čiste, čvrste, nosive, suhe, nesmrznute, bez ostataka oplatnih ulja. Žbuku je potrebno nanositi ravnomjerno na podlogu metalnim gleterom u debljini najkrupnijeg zrna i odmah zaribati plastičnim gleterom kružno do ujednačene teksture.
Fasadna žbuka se ne smije nanositi na osunčanoj plohi, za vjetrovita i maglovita vremena. Prilikom primjene i sušenja temperatura podloge i zraka ne smije biti niža od +5°C ni viša od +30°C.
Fasadna skela mora biti u svemu izvedena, osigurana i označena u skladu sa važećim propisima, statičkim proračunom i projektom skele.
Izvođač je dužan dostaviti statički proračun i dokumentaciju za postavljenu fasadnu skelu.

U jediničnu cijenu treba uračunati i:

- vodilice i kutni profili od aluminija na unutarnjoj žbuci, a na vanjskoj žbuci kutnici od nehrđajućeg čelika
- mrežice za armiranje
- armatura betonskih podloga i estriha
- rubne trake kod estriha
- sistemski profili kod fasaderskih radova (okapni, kutni, završeci i dr.)
- svu zidarsku pripomoć obrtnicima, instalaterima, nošenje teških predmeta, pripomoć kod raznih ugradbi

Redni broj	Opis stavke	Jedinica mjere	Količina	Jedinična cijena	Ukupna cijena
A	**TROŠKOVNIK RADOVA POJAČANJA KONSTRUKCIJE**				
A.1.	**GRAĐEVINSKI RADOVI - ISTOČNI DIO I KULA**				
	NAPOMENA: Sve radove izvoditi uz nadzor i suglasnost nadležnog konzervatorskog odjela.				
A.1.1.	**PRIPREMNI RADOVI**				
A.1.1.01.	**Zaštitna ograda i gradilišna tabla**				
	Dobava, postava i demontaža gradilišne ograde. Zaštitna ograda mora biti u svemu u skladu sa važećim pravilnicima i propisima, odnosno postojećom zakonskom regulativom. Dobava i postava gradilišne table.				
	Obračun po m1 postavljene ograde i komadu table.				
	a) ograda	m1	150,00		
	b) tabla	kom	1,00		
A.1.1.	**PRIPREMNI RADOVI UKUPNO**				
A.1.2.	**RUŠENJA I DEMONTAŽE**				
A.1.2.01.	**Uklanjanje raslinja - biološke kolonizacije**				
	Uređenje zidina s vanjske strane uklanjanjem raslinja (biološke kolonizacije) zajedno s korijenskim sustavom, uključivo horizontalni i vertikalni transport šute, utovar i odvoz na deponiju (uključujući sve takse i davanja). U cijenu uključeno i svo potrebno usitnjavanje na manje komade radi manipulacije.				
	Uklanjanje raslinja vršiti pažljivo kako se ne bi oštetio ostatak zidina.				
	Obračun po m2.	m2	35,00		
A.1.2.02.	**Razgradnja dijelova zidina**				
	Razgradnja dijelova zidina koji su izvedeni tijekom povijesti odnosno nisu bili dio izvorno izgrađenih gradskih zidina. Zid od kamena, uključivo horizontalni i vertikalni transport šute. Dio kamena se čuva za ponovnu upotrebu što je uključeno u cijenu stavke, a dio ide u utovar i odvoz na deponiju (uključujući sve takse i davanja). U cijenu uključena potrebna radna skela.				
	Uklanjanje će se vršiti uz upotrebu odgovarajućeg alata i zaštitne opreme.				
	Stavka obuhvaća i sav rad, materijal i transport, odnosno sve pripremno-završne radove kao i sve prijenose materijala dobivenog rušenjem i demontažom uključivo horizontalni i vertikalni transport šute, utovar i odvoz na deponiju (uključujući sve takse i davanja).				
	Obračun po m3.	m3	1,50		
A.1.2.03.	**Uklanjanje naknadno pričvršćenih elemenata na zidinama**				
	Uklanjanje naknadno pričvršćenih manjih elemenata na zidinama (betonskih istaka, čeličnih kuka, ankera, raznih pričvršćenja) koji su izvedeni tijekom povijesti odnosno nisu bili dio izvorno izgrađenih gradskih zidina. Uključivo horizontalni i vertikalni transport šute te utovar i odvoz na deponiju (uključujući sve takse i davanja). U cijenu uključena potrebna radna skela.				
	Uklanjanje će se vršiti uz upotrebu odgovarajućeg alata i zaštitne opreme.				
	Stavka obuhvaća i sav rad, materijal i transport, odnosno sve pripremno-završne radove kao i sve prijenose materijala dobivenog rušenjem i demontažom uključivo horizontalni i vertikalni transport šute, utovar i odvoz na deponiju (uključujući sve takse i davanja).				
	Obračun za komplet.	kpl	1,00		
A.1.2.	**RUŠENJA I DEMONTAŽE UKUPNO**				
A.1.3.	**GEODETSKI RADOVI**				

A.1.3.01.	**Monitoring konstrukcije i geodetske izmjere**				
	Monitoring konstrukcije u vrijeme izvođenja radova te sva potrebna geodetska mjerenja postojećeg stanja, a nakon odrađenih dijelova demontaža postojećih elemenata kako bi se utvrdilo stvarno stanje konstrukcije. Sva mjerenja po nalogu nadzornog inženjera.				
	Obračun za komplet.	kompl	1,00		
A.1.3.	**GEODETSKI RADOVI UKUPNO**				

A.1.4.	**ČELIČNA KONSTRUKCIJA**				
	Sva potrebna podupiranja i radna skela uključeni u cijenu stavke.				
	U stavkama u kojim se koristi zapunjavanje rupa epoksijem, detaljnijet uvjete izvesti kako slijedi:				
	Ugradnja specijalnog epoksi-akrilatnog ljepila bez otapala i stirena, preama ETAG 001 dio 5 TR023. Karakteristike: - tlačna čvrstoća: min.68 MPa (ASTM D695 ili jednakovrijedno) - savojna čvrstoća: min. 24 MPa (ASTM D790 ili jednakovrijedno) - vlačna čvrstoća: min.13 MPa (ASTM D638 ili jednakovrijedno) - modul elastičnosti: min.3700 MPa (ASTM D695 ili jednakovrijedno) Preporuča se izvedba probnog sidrenja. Radove izvesti prema uputama proizvođača materijala.				
A.1.4.01.	**Čelična inoks štapna sidra u tri zida kule**				
	Dobava, doprema i montaža horizontalnih čeličnih inox štapnih sidara fi25. Sidra se postavljaju u tri zida kule, na visinama od 20,35 i 20,45 metara. U kamenim zidovima prethodno se izbuše rupe promjera 15 cm i dubine 20 cm, a kameni izvrtci se deponiraju te se nakon ugradnje sidara vraćaju na izvornu poziciju. Bušenje ostatka zida vrši se u promjeru 50 mm u punoj dužini zida, te se u tako prethodno izbušene rupe ugrađuju štapna sidra. Slijedi injektiranje rupa epoksijem, a što je uključeno u cijenu stavke. Sidrenje sidara izvodi se na krajevima preko inox anker ploče kružnog tlocrtnog oblika debljine 20 mm i promjera 120 mm.				
	Za anker ploče potrebno je prethodno reparaturnim mortom pripremiti površinu za nalijeganje anker ploča.				
	U konačnici se izvađeni kameni izvrtci vraćaju u prvobitnu poziciju što je uključeno u cijenu stavke.				
	U cijenu uključena sva potrebna spojna i pričvrsna sredstva.				
	U cijenu uključiti i izvedbu svih spojeva prema projektu konstrukcije.				
	Obračun po m1 štapnih sidara te komadu anker ploča.				
	a) zatege fi 25 (3 komada)	m1	18,50		
	b) bušenje rupa za sidrenje sidara, ~fi150	m1	1,20		
	c) bušenje rupa za sidra, ~fi50	m1	18,50		
	d) priprema podloge za anker ploče	kom	6,00		
	e) inoks anker ploča promjera 120 mm i debljine 20 mm	kom	6,00		
A.1.4.02.	**Čelična inoks sidra - stabilizacija kruništa kule**				
	Dobava, doprema i montaža vertikalnih čeličnih inoks sidara kao bočne stabilizacije kruništa kule. Inoks sidra promjera 25 mm. Sidra se postavljaju u sredini poprečnih presjeka svake krune. U kamenim zidovima prethodno se izbuše rupe promjera 15 cm i dubine 20 cm, a kameni izvrtci se deponiraju te se nakon ugradnje sidara vraćaju na izvorne pozicije. Bušenje ostatka zida vrši se u promjeru 50 mm u punoj dužini zida, te se u tako prethodno izbušene rupe ugrađuju štapna sidra. Slijedi injektiranje rupa epoksijem, a što je uključeno u cijenu stavke. Sidrenje sidara izvodi se na krajevima preko inoks anker ploče kružnog tlocrtnog oblika debljine 20 mm i promjera 120 mm. Duljina sidara iznosi 250 cm.				
	Za anker ploče potrebno je prethodno reparaturnim mortom pripremiti površinu za nalijeganje anker ploča.				
	U cijenu uključena sva potrebna spojna i pričvrsna sredstva.				
	U cijenu uključiti i izvedbu svih spojeva prema projektu konstrukcije.				
	Obračun po komadu sidara i m1 bušenja.				
	a) sidra fi 25	kom	8,00		
	b) bušenje rupa za sidrenje sidara, ~fi150	m1	1,60		
	c) bušenje rupa za sidra, ~fi50	m1	20,00		
	c) priprema podloge za anker ploče	kom	8,00		
	d) inkos anker ploča promjera 120 mm i debljine 20 mm	kom	8,00		
A.1.4.03.	**Prihvat kamenog zida**				

	Dobava, doprema i montaža spiralnih inoks šipki fi25, šipke dužine 130 cm. Šipke se postavljaju u 3 reda na rasteru 100x100 cm, srednji red zamaknut za 50 cm. Šipke se ugrađuju u prethodno izbušene rupe u kamenim zidovima, uz zapunjavanje epoksi-akrilatnim ljepilom bez otapala i stirena, a što je uključeno u cijenu stavke. Na vanjskom kraju šipke postavlja se inoks anker pločica dimenzija 150x150x20 mm fiksirana obostrano maticama.				
	Šipke se ugrađuju prije postavljanja armature novog AB zida pomoćne građevine koja nije dio ovog projekta.				
	U cijenu uključena sva potrebna spojna i pričvrsna sredstva.				
	U cijenu uključiti i izvedbu svih spojeva prema projektu konstrukcije.				
	Obračun po komadu.				
	a) inoks sidra fi 25 (duljine 130 cm)	kom	12,00		
	b) inkos anker ploča 150x150x20 mm + 2 matice	kom	12,00		
	c) bušenje rupa za sidra, ~fi32 (duljina bušenja ~110 cm)	kom	12,00		
	d) ugradnja sidara	kom	12,00		
A.1.4.	**ČELIČNA KONSTRUKCIJA UKUPNO**				
A.1.5.	**ZIDARSKI RADOVI**				
A.1.5.01.	**Razne zidarske pripomoći**				
	Razne pripomoći kod izrade radova i montaže opreme u vidu prijenosa materijala, ugradbi raznih elemenata, razna štemanja i probijanja te krpanja i zatvaranja i sl., a što se nije moglo predvidjeti ovim troškovnikom. Stvarni utrošak rada i materijala pravdati putem građevinskog dnevnika.				
	radnik nkv	sati	50,00		
	radnik kv	sati	50,00		
	ZAPUNJAVANJE SLJUBNICA				
A.1.5.02.	**Zapunjavanje sljubnica - kruna istočnog zida**				
	Zapunjavanje sljubnica iz kojih je vezivni materijal ispran ili mehanički uklonjen. Sanaciji prethodi čišćenje sljubnica. Čišćenje sljubnica provodi se vodom pod pritiskom i ručnim obijanjem vezivnog materijala, a do dubine od minimalno 5 cm od lica zida. Čišćenje se izvodi pažljivo kako se ne bi oštetio okolni kamen. U cijenu stavke uključiti i odvoz šute na deponiju, uključivo sve takse i davanja.				
	Po završetku čišćenja sljubnice izvodi se zapunjavanje istih sa funkcionalnim vezivnim sredstvom - vapneno-cementnim mortom, do dubine od 2 cm ispod površine lica zida.				
	Preostala 2 cm dubine sljubnica do površine lica zida zapunjavaju se završnim slojem morta čiji su sastav, struktura i boja odobreni od strane nadležne konzervatorske službe. Sljubnice se zapunjavaju jednokomponentnim gotovim mortom na bazi prirodnog hidrauličkog vapna NHL 3.5, s hidrauličkim dodacima s pucolanskim efektom, pijeskom i vlaknima. Karakteristike : gustoća praha min. 1500 kg/m³, gustoća svježeg morta: min. 1900 kg/m³, maksimalna veličina zrna: Dmax= 1.5 mm, tlačna čvrstoća: Klasa CS IV (EN 998-1 ili jednakovrijedno), Klasa M15 (EN 998-2 ili jednakovrijedno), > 15 MPa (28 dana) (EN 1015-11 ili jednakovrijedno), savojna vlačna čvrstoća : > 5 MPa (28 dana) (EN 1015-11 ili jednakovrijedno), vlačna čvrstoća prionjivosti: > 0.8 MPa (FP: A) (EN 1015-12 ili jednakovrijedno), paropropusnost: μ ≤ 20 (EN 1015-19 ili jednakovrijedno), kapilarno upijanje: maks. 0.3 kg mE2hE0.5 (EN 1015-18 ili jednakovrijedno), termička provodljivost: maks. 1.00 W/mK (tablična vrijednost) (EN 1745 A.12 ili jednakovrijedno). Mort treba biti deklariran za zidanje zida prema EN 998-2 ili jednakovrijedno i fugiranje zida prema EN 998-1 ili jednakovrijedno. Pri fugiranju treba paziti da se ukloni višak materijala sa lica kamena.				
	Zapunjavanje sljubnica vrši se s prednje strane, stražnje strane, gornje i bočne strane krune istočnog zida.				
	U cijenu stavke uključene i sve potrebne pripremne radnje.				
	Obračun po m2 zida na kojem se provodi zapunjavanje sljubnica.				
	a) čišćenje i priprema površine	m2	169,00		
	b) zapunjavanje sljubnica vapnenim mortom	m2	169,00		
	c) zapunjavanje sljubnica završnim mortom	m2	169,00		

A.1.5.03.	**Zapunjavanje sljubnica - istočni dio zidina**				
	Zapunjavanje sljubnica iz kojih je vezivni materijal ispran ili mehanički uklonjen. Sanaciji prethodi čišćenje sljubnica. Čišćenje sljubnica provodi se vodom pod pritiskom i ručnim obijanjem vezivnog materijala, a do dubine od minimalno 5 cm od lica zida. Čišćenje se izvodi pažljivo kako se ne bi oštetio okolni kamen. U cijenu stavke uključiti i odvoz šute na deponiju, uključivo sve takse i davanja.				
	Po završetku čišćenja sljubnice izvodi se zapunjavanje istih s funkcionalnim vezivnim sredstvom - vapneno-cementnim mortom, do dubine od 2 cm ispod površine lica zida.				
	Preostala 2 cm dubine sljubnica do površine lica zida zapunjavaju se završnim slojem morta čiji su sastav, struktura i boja odobreni od strane nadležne konzervatorske službe. Sljubnice se zapunjavaju jednokomponentnim gotovim mortom na bazi prirodnog hidrauličkog vapna NHL 3.5, s hidrauličkim dodacima s pucolanskim efektom, pijeskom i vlaknima. Karakteristike : gustoća praha min. 1500 kg/m³, gustoća svježeg morta: min. 1900 kg/m³, maksimalna veličina zrna: Dmax= 1.5 mm, tlačna čvrstoća: Klasa CS IV (EN 998-1 ili jednakovrijedno), Klasa M15 (EN 998-2 ili jednakovrijedno), > 15 MPa (28 dana) (EN 1015-11 ili jednakovrijedno), savojna vlačna čvrstoća : > 5 MPa (28 dana) (EN 1015-11 ili jednakovrijedno), vlačna čvrstoća prionjivosti: > 0.8 MPa (FP: A) (EN 1015-12 ili jednakovrijedno), paropropusnost: μ ≤ 20 (EN 1015-19 ili jednakovrijedno), kapilarno upijanje: maks. 0.3 kg mE2hE0.5 (EN 1015-18 ili jednakovrijedno), termička provodljivost: maks. 1.00 W/mK (tablična vrijednost) (EN 1745 A.12 ili jednakovrijedno). Mort treba biti deklariran za zidanje zida prema EN 998-2 ili jednakovrijedno i fugiranje zida prema EN 998-1 ili jednakovrijedno. Pri fugiranju treba paziti da se ukloni višak materijala sa lica kamena.				
	Zapunjavanje sljubnica vrši se s prednje i stražnje strane.				
	U cijenu stavke uključene i sve potrebne pripremne radnje.				
	Obračun po m2 zida na kojem se provodi zapunjavanje sljubnica.				
	a) čišćenje i priprema površine	m2	32,00		
	b) zapunjavanje sljubnica vapnenim mortom	m2	32,00		
	c) zapunjavanje sljubnica završnim mortom	m2	32,00		
A.1.5.04.	**Zapunjavanje sljubnica - veće pukotine na zidinama**				
	Zapunjavanje sljubnica iz kojih je vezivni materijal ispran ili mehanički uklonjen - pozicije većih pukotina na zidinama. Sanaciji prethodi čišćenje sljubnica. Čišćenje sljubnica provodi se vodom pod pritiskom i ručnim obijanjem vezivnog materijala, a do dubine od minimalno 5 cm od lica zida. Čišćenje se izvodi pažljivo kako se ne bi oštetio okolni kamen. U cijenu stavke uključiti i odvoz šute na deponiju, uključivo sve takse i davanja.				
	Po završetku čišćenja sljubnice izvodi se zapunjavanje istih sa funkcionalnim vezivnim sredstvom - vapneno-cementnim mortom, do dubine od 2 cm ispod površine lica zida.				
	Preostala 2 cm dubine sljubnica do površine lica zida zapunjavaju se završnim slojem morta čiji su sastav, struktura i boja odobreni od strane nadležne konzervatorske službe. Sljubnice se zapunjavaju jednokomponentnim gotovim mortom na bazi prirodnog hidrauličkog vapna NHL 3.5, s hidrauličkim dodacima s pucolanskim efektom, pijeskom i vlaknima. Karakteristike : gustoća praha min. 1500 kg/m³, gustoća svježeg morta: min. 1900 kg/m³, maksimalna veličina zrna: Dmax= 1.5 mm, tlačna čvrstoća: Klasa CS IV (EN 998-1 ili jednakovrijedno), Klasa M15 (EN 998-2 ili jednakovrijedno), > 15 MPa (28 dana) (EN 1015-11 ili jednakovrijedno), savojna vlačna čvrstoća : > 5 MPa (28 dana) (EN 1015-11 ili jednakovrijedno), vlačna čvrstoća prionjivosti: > 0.8 MPa (FP: A) (EN 1015-12 ili jednakovrijedno), paropropusnost: μ ≤ 20 (EN 1015-19 ili jednakovrijedno), kapilarno upijanje: maks. 0.3 kg mE2hE0.5 (EN 1015-18 ili jednakovrijedno), termička provodljivost: maks. 1.00 W/mK (tablična vrijednost) (EN 1745 A.12 ili jednakovrijedno). Mort treba biti deklariran za zidanje zida prema EN 998-2 ili jednakovrijedno i fugiranje zida prema EN 998-1 ili jednakovrijedno. Pri fugiranju treba paziti da se ukloni višak materijala sa lica kamena.				
	Zapunjavanje sljubnica vrši se linijski na pozicijama većih pukotina na zidinama. Pukotine su i po nekoliko centimetara što treba uzeti u obzir. Cijela dubina pukotine se mora zapuniti mortovima, a što je uključeno u cijenu stavke.				

	U cijenu stavke uključene i sve potrebne pripremne radnje.				
	Obračun po m1 pukotina na kojima se provodi zapunjavanje sljubnica.				
	a) čišćenje i priprema površine	m1	49,00		
	b) zapunjavanje sljubnica vapnenim mortom	m1	49,00		
	c) zapunjavanje sljubnica završnim mortom	m1	49,00		
	DOZIDAVANJE				
A.1.5.05.	**Dozidavanje zidina**				
	Dozidavanje dijela zida na kojem je došlo do pojave nestabilnosti ili ispadanja ugrađenih kamenih blokova iz strukture zidina. U cijenu stavke uključeno i vađenje nestabilnih dijelova te njihovo čišćenje ukoliko će se ponovno upotrebljavati za zidanje ili odvoz na deponiju.				
	Dozidavanje se vrši po mogućnosti izvornim kamenim elementima. Povezivanje kamenih blokova i ispunjavanje sljubnica vrši se na sljedeći način.				
	Sljubnice se zapunjavaju s funkcionalnim vezivnim sredstvom - vapnen+-cementnim mortom, do dubine od 2 cm ispod površine lica zida.				
	Preostala 2 cm dubine sljubnica do površine lica zida zapunjavaju se završnim slojem morta čiji su sastav, struktura i boja odobrenim od strane nadležne konzervatorske službe. Sljubnice se zapunjavaju jednokomponentnim gotovim mortom na bazi prirodnog hidrauličkog vapna NHL 3.5, s hidrauličkim dodacima s pucolanskim efektom, pijeskom i vlaknima. Karakteristike : gustoća praha min. 1500 kg/m³, gustoća svježeg morta: min. 1900 kg/m³, maksimalna veličina zrna: Dmax= 1.5 mm, tlačna čvrstoća: Klasa CS IV (EN 998-1 ili jednakovrijedno), Klasa M15 (EN 998-2 ili jednakovrijedno), > 15 MPa (28 dana) (EN 1015-11 ili jednakovrijedno), savojna vlačna čvrstoća : > 5 MPa (28 dana) (EN 1015-11 ili jednakovrijedno), vlačna čvrstoća prionjivosti: > 0.8 MPa (FP: A) (EN 1015-12 ili jednakovrijedno), paropropusnost: μ ≤ 20 (EN 1015-19 ili jednakovrijedno), kapilarno upijanje: maks. 0.3 kg mE2hE0.5 (EN 1015-18 ili jednakovrijedno), termička provodljivost: maks. 1.00 W/mK (tablična vrijednost) (EN 1745 A.12 ili jednakovrijedno). Mort treba biti deklariran za zidanje zida prema EN 998-2 ili jednakovrijedno i fugiranje zida prema EN 998-1 ili jednakovrijedno. Pri fugiranju treba paziti da se ukloni višak materijala sa lica kamena.				
	Sav kamen za dozidavanje odobravaju predstavnici konzervatorske službe.				
	U cijenu stavke uključene i sve potrebne pripremne radnje.				
	Obračun po m3 vađenja nestabilnih dijelova te m3 dozidavanja zida.				
	a) vađenje nestabilnih elemenata	m3	3,00		
	b) dozidavanje postojećim kamenim elementima	m3	3,00		
	c) dozidavanje novim kamenim elementima	m3	1,50		
	REKONSTRUKCIJA KRUNIŠTA DOZIDAVANJEM				
A.1.5.06.	**Rekonstrukcija kruništa istočnog zida**				
	Rekonstrukcija kruništa zida postupkom restauracije, što označava postupak obnove graditeljskog nasljeđa kojim se povijesnim građevinama dodaju dijelovi koji su postojali u izvornom obliku. U sklopu toga izvode se radovi dozidavanja kamene strukture zamjenskim elementima (jednostrano ili obostrano) te izvođenja malih konzolnih kamenih istaka na vrhovima kruna. U cijenu stavke uključeno i vađenje nestabilnih dijelova te njihovo čišćenje ukoliko će se ponovno upotrebljavati za zidanje ili odvoz na deponiju.				
	Dozidavanje se vrši po mogućnosti izvornim kamenim elementima. Povezivanje kamenih blokova i ispunjavanje sljubnica vrši se na sljedeći način.				
	Novi konzolni istaci ugrađuju se na način da se u kruni napravi utor dimenzija približno 15x25 cm i dubine 15-20 cm u kojeg se ugrađuju nove kamene konzolne istake duljine 30 cm, visine približno 20 cm i širine približno 12 cm. Nakon ugradnje, utor se zapunjavanja vezivnim sredstvom kako je opisano u stavci. Nove konzolne istake izrađuju se po svemu u skladu s postojećim konzolnim istakama te prije ugradnje odobravaju od strane nadležne konzervatorske službe.				

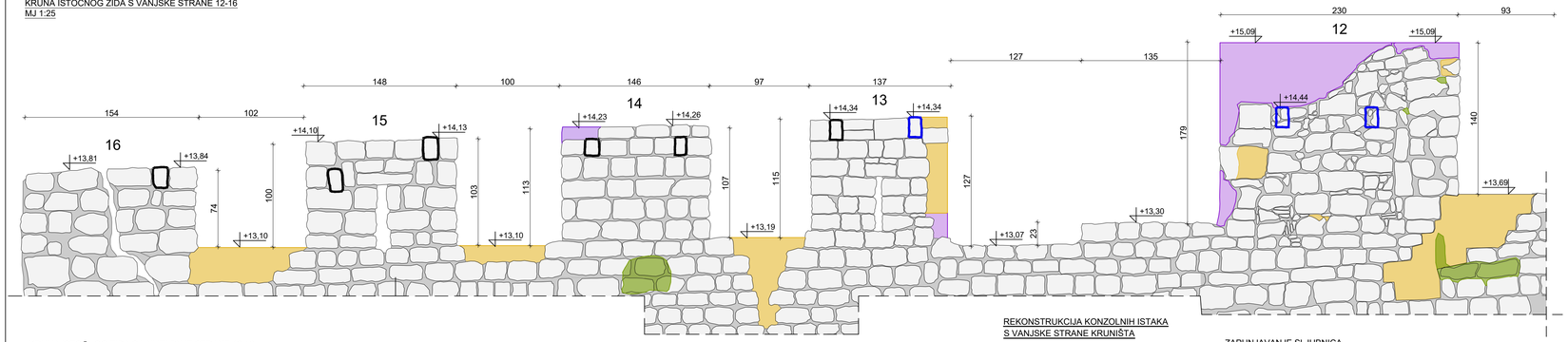
	Sljubnice se zapunjavaju s funkcionalnim vezivnim sredstvom - vapneno-cementnim mortom, do dubine od 2 cm ispod površine lica zida.				
	Preostala 2 cm dubine sljubnica do površine lica zida zapunjavaju se završnim slojem morta čiji su sastav, struktura i boja odobreni od strane nadležne konzervatorske službe. Sljubnice se zapunjavaju jednokomponentnim gotovim mortom na bazi prirodnog hidrauličkog vapna NHL 3.5, s hidrauličkim dodacima s pucolanskim efektom, pijeskom i vlaknima. Karakteristike : gustoća praha min. 1500 kg/m³, gustoća svježeg morta: min. 1900 kg/m³, maksimalna veličina zrna: Dmax= 1.5 mm, tlačna čvrstoća: Klasa CS IV (EN 998-1 ili jednakovrijedno), Klasa M15 (EN 998-2 ili jednakovrijedno), > 15 MPa (28 dana) (EN 1015-11 ili jednakovrijedno), savojna vlačna čvrstoća : > 5 MPa (28 dana) (EN 1015-11 ili jednakovrijedno), vlačna čvrstoća prionjivosti: > 0.8 MPa (FP: A) (EN 1015-12 ili jednakovrijedno), paropropusnost: μ ≤ 20 (EN 1015-19 ili jednakovrijedno), kapilarno upijanje: maks. 0.3 kg mE2hE0.5 (EN 1015-18 ili jednakovrijedno), termička provodljivost: maks. 1.00 W/mK (tablična vrijednost) (EN 1745 A.12 ili jednakovrijedno). Mort treba biti deklariran za zidanje zida prema EN 998-2 ili jednakovrijedno i fugiranje zida prema EN 998-1 ili jednakovrijedno. Pri fugiranju treba paziti da se ukloni višak materijala sa lica kamena.				
	Sav kamen za dozidavanje odobravaju predstavnici konzervatorske službe.				
	U cijenu stavke uključene i sve potrebne pripremne radnje.				
	Obračun po m3 vađenja nestabilnih dijelova te m3 dozidavanja zida i po komadu ugrađenih novih konzolnih istaka.				
	a) vađenje nestabilnih elemenata	m3	3,00		
	b) dozidavanje postojećim kamenim elementima	m3	4,00		
	c) dozidavanje novim kamenim elementima	m3	2,50		
	d) ugradnja novih konzolnih istaka	kom	15,00		
	POPRAVAK PJEŠAČKOG OPHODA				
A.1.5.07.	**Popravak pješačkog ophoda s unutarnje strane zidina**				
	Popravak pješačkog ophoda s unutarnje strane zidina dodavanjem kamenih elemenata koji nedostaju te učvršćivanjem i povezivanjem postojećih elemenata. U sklopu toga izvode se radovi dozidavanja kamene strukture zamjenskim elementima. U cijenu stavke uključeno i vađenje nestabilnih dijelova te njihovo čišćenje ukoliko će se ponovno upotrebljavati za zidanje ili odvoz na deponiju.				
	Dozidavanje se vrši po mogućnosti izvornim kamenim elementima. Povezivanje kamenih blokova i ispunjavanje sljubnica vrši se na slijedeći način.				
	Sljubnice se zapunjavaju s funkcionalnim vezivnim sredstvom - vapneno-cementnim mortom, do dubine od 2 cm ispod površine lica ophodne plohe.				
	Preostala 2 cm dubine sljubnica do površine lica ophodne plohe zapunjavaju se završnim slojem morta čiji su sastav, struktura i boja odobreni od strane nadležne konzervatorske službe. Sljubnice se zapunjavaju jednokomponentnim gotovim mortom na bazi prirodnog hidrauličkog vapna NHL 3.5, s hidrauličkim dodacima s pucolanskim efektom, pijeskom i vlaknima. Karakteristike : gustoća praha min. 1500 kg/m³, gustoća svježeg morta: min. 1900 kg/m³, maksimalna veličina zrna: Dmax= 1.5 mm, tlačna čvrstoća: Klasa CS IV (EN 998-1 ili jednakovrijedno), Klasa M15 (EN 998-2 ili jednakovrijedno), > 15 MPa (28 dana) (EN 1015-11 ili jednakovrijedno), savojna vlačna čvrstoća : > 5 MPa (28 dana) (EN 1015-11 ili jednakovrijedno), vlačna čvrstoća prionjivosti: > 0.8 MPa (FP: A) (EN 1015-12 ili jednakovrijedno), paropropusnost: μ ≤ 20 (EN 1015-19 ili jednakovrijedno), kapilarno upijanje: maks. 0.3 kg mE2hE0.5 (EN 1015-18 ili jednakovrijedno), termička provodljivost: maks. 1.00 W/mK (tablična vrijednost) (EN 1745 A.12 ili jednakovrijedno). Mort treba biti deklariran za zidanje zida prema EN 998-2 ili jednakovrijedno i fugiranje zida prema EN 998-1 ili jednakovrijedno. Pri fugiranju treba paziti da se ukloni višak materijala sa lica kamena.				
	Sav kamen za dozidavanje odobravaju predstavnici konzervatorske službe.				
	U cijenu stavke uključene i sve potrebne pripremne radnje.				
	Obračun po m3 vađenja nestabilnih dijelova te m3 dozidavanja ophoda i m2 zapunjavanja sljubnica.				
	a) čišćenje ophoda	m2	43,00		
	b) vađenje nestabilnih elemenata	m3	1,00		

	c) dozidavanje postojećim kamenim elementima	m3	0,70		
	d) dozidavanje novim kamenim elementima	m3	0,50		
	e) zapunjavanje sljubnica	m2	43,00		
	POJAČANJE SVODA KULE UGRADNJOM STAKLENE UŽADI				
A.1.5.08.	**Pojačanje svoda unutar kule ugradnjom užadi od staklenih vlakana**				
	Pojačanje svoda unutar kule ugradnjom užadi od staklenih vlakana (GFRP užad) promjera 10 mm. Užad se ugrađuje u vertikalne sljubnice u otvore širine minimalno 16 mm i dubine 50 mm.				
	Sanaciji prethodi čišćenje sljubnica. Čišćenje sljubnica provodi se vodom pod pritiskom i ručnim obijanjem vezivnog materijala, a do dubine od minimalno 5 cm od lica zida. Čišćenje se izvodi pažljivo kako se ne bi oštetio okolni kamen. U cijenu stavke uključiti i odvoz šute na deponiju, uključivo sve takse i davanja.				
	Užad od staklenih vlakana se prije polaganja umoči u niskoviskoznu epoksidnu smolu i utisne u prethodno ugrađenu tiksotropnu epoksidnu smolu. Sljubnice se završno zapunjavaju s mikroarmiranim mortom.				
	Karakteristike GFRP užadi: promjer: min.Ø10mm, gustoća vlakana: min. 2.60 g/cm3, vlačna čvrstoća vlakana: min. 2500 N/mm2 (EN 2561 ili jednakovrijedno), vlačni modul elastičnosti vlakana: min.70 000 N/mm2 (EN 2561 ili jednakovrijedno), izduženje pri slomu: min. 4.0% (EN 2561 ili jednakovrijedno), prosječna vlačna čvrstoća ugrađenog užeta: min.1600 N/mm2 (EN 2561 ili jednakovrijedno), efektivna površina užeta: min. 25.9 mm2				
	Karakteristike ljepila za sidrenje : gustoća: min. 1.16 ± 0.1 kg/L, viskoznost (+23°C): min.700 mPas, modul elastičnosti pri savijanju: min.2800 N/mm2 (EN 1465 ili jednakovrijedno), vlačna čvrstoća: min.45 N/mm2 (ISO 527 ili jednakovrijedno), vlačni modul elastičnosti vlakana: min.3500 N/mm2 (ISO 527 ili jednakovrijedno), izduženje pri slomu: min.1.5% (ISO 527 ili jednakovrijedno), koeficijent termičkog širenja: min.6.0 × 10E−5 1/K (EN 1770 ili jednakovrijedno), temperatura stakliśta: min.+53 °C (EN 12614 ili jednakovrijedno), temperatura izloženosti: –40 °C to +45 °C. Užad se ugrađuje u prethodno izvedene otvore širine min. 16mm i dubine min. 50mm. Uže se zasiti sa niskoviskoznom epoksidnom smolom i utisne u prethodno ugrađenu tiksotropnu epoksidnu smolu. Završno se otvora zatvara sa NHL 3.5 mikroarmiranim mortom. Na sudaru sa susjednim zidovima i na svakih 3m duž zida, izvode se sidrena mjesta u koja se ugrađuje užad na gore opisan način. Svi proizvodi trebaju biti kompatibilni (u sustavu istog proizvođača materijala). Radove izvesti prema uputama proizvođača materijala.				
	2 cm dubine sljubnica do lica svoda zapunjavaju se završnim slojem morta čiji su sastav, struktura i boja odobreni od strane nadležne konzervatorske službe. Sljubnice se zapunjavaju jednokomponentnim gotovim mortom na bazi prirodnog hidrauličkog vapna NHL 3.5, s hidrauličkim dodacima s pucolanskim efektom, pijeskom i vlaknima. Karakteristike : gustoća praha min. 1500 kg/m³, gustoća svježeg morta: min. 1900 kg/m³, maksimalna veličina zrna: Dmax= 1.5 mm, tlačna čvrstoća: Klasa CS IV (EN 998-1 ili jednakovrijedno), Klasa M15 (EN 998-2 ili jednakovrijedno), > 15 MPa (28 dana) (EN 1015-11 ili jednakovrijedno), savojna vlačna čvrstoća : > 5 MPa (28 dana) (EN 1015-11 ili jednakovrijedno), vlačna čvrstoća prionjivosti: > 0.8 MPa (FP: A) (EN 1015-12 ili jednakovrijedno), paropropusnost: μ ≤ 20 (EN 1015-19 ili jednakovrijedno), kapilarno upijanje: maks. 0.3 kg mE2hE0.5 (EN 1015-18 ili jednakovrijedno), termička provodljivost: maks. 1.00 W/mK (tablična vrijednost) (EN 1745 A.12 ili jednakovrijedno). Mort treba biti deklariran za zidanje zida prema EN 998-2 ili jednakovrijedno i fugiranje zida prema EN 998-1 ili jednakovrijedno. Pri fugiranju treba paziti da se ukloni višak materijala sa lica kamena.				
	U cijenu stavke uključene i sve potrebne pripremne radnje.				
	Obračun po m1 sljubnica i broju sidrenih mjesta.				
	a) priprema sljubnica	m1	49,00		
	b) ugradnja užadi	m1	49,00		
	c) sidrena mjesta	kom	20,00		
	d) zatvaranje sljubnica	m1	49,00		
A.1.5.	**ZIDARSKI RADOVI UKUPNO**				

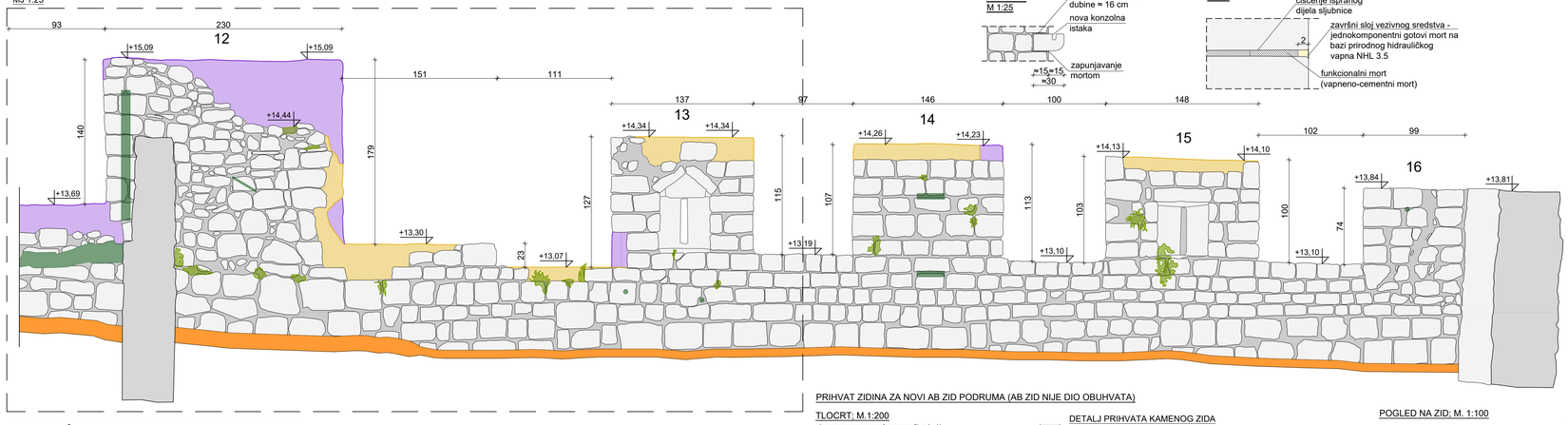
A.1.6.	**SKELA**				
A.1.6.01.	**Laka fasadna skela i radna platforma**				
	Laka fasadna skela od cijevnih profila sa svim potrebnim ukrućenjima, pridržanjima, ogradama, ljestvama i prilazima te polaganjem radnih podova do visine čelične konstrukcije zidina, sve prema mjerama Zaštite na radu. U cijenu uključena i demontaža skele.				
	U cijenu stavke uključiti i radnu platformu za rad na svodu kule na visini do cca 4 metra.				
	Izvođač je dužan dostaviti atest skele ili ovjereni proračun skele.				
	Obračun po m2 skele i m2 neto površine radne platforme.				
	a) zidine	m2	700,00		
	b) kula	m2	400,00		
	c) radna platforma - kula	m2	15,00		
A.1.6.	**SKELA UKUPNO**				
A.1.	**GRAĐEVINSKI RADOVI - ISTOČNO PROČELJE - REKAPITULACIJA**				
A.1.1.	**PRIPREMNI RADOVI UKUPNO**				
A.1.2.	**RUŠENJA I DEMONTAŽE UKUPNO**				
A.1.3.	**GEODETSKI RADOVI UKUPNO**				
A.1.4.	**ČELIČNA KONSTRUKCIJA UKUPNO**				
A.1.5.	**ZIDARSKI RADOVI UKUPNO**				
A.1.6.	**SKELA UKUPNO**				
A.1.	**GRAĐEVINSKI RADOVI ISTOČNO PROČELJE UKUPNO:**				

IV. GRAFIČKI DIO

KRUNA ISTOČNOG ZIDA S VANJSKE STRANE 12-16
MJ 1:25

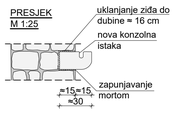


KRUNA ISTOČNOG ZIDA S UNUTARNJE STRANE 12-16
MJ 1:25

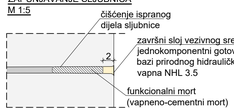


REKONSTRUKCIJA KONZOLNIH ISTAKA
S VANJSKE STRANE KRUNIŠTA

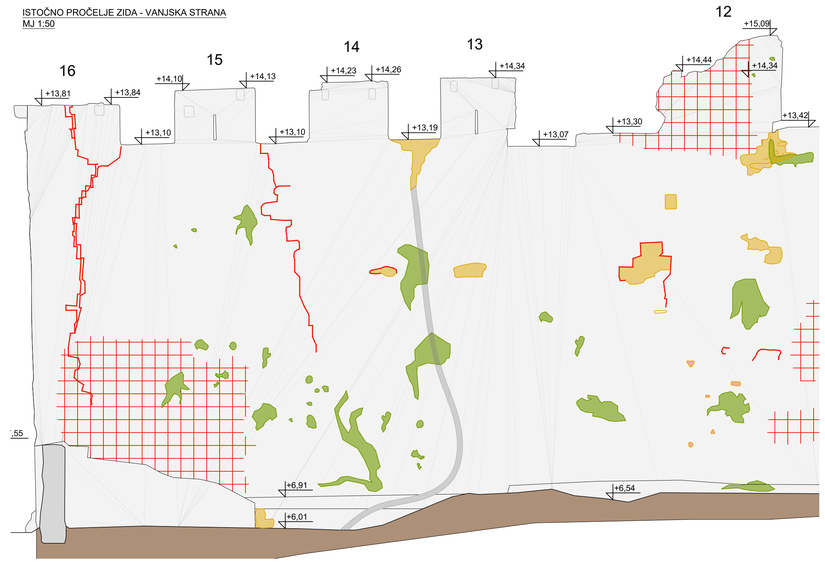
PRESJEK
M 1:25



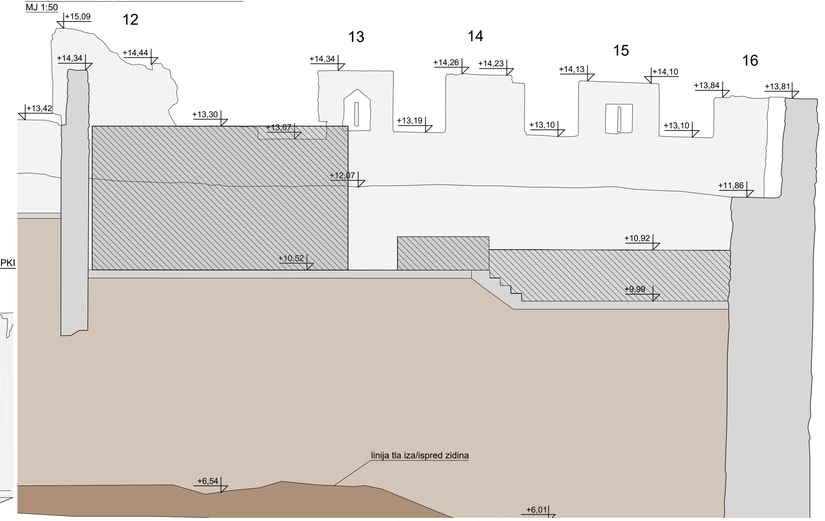
ZAPUNJAVANJE SLJUBNICA
M 1:5



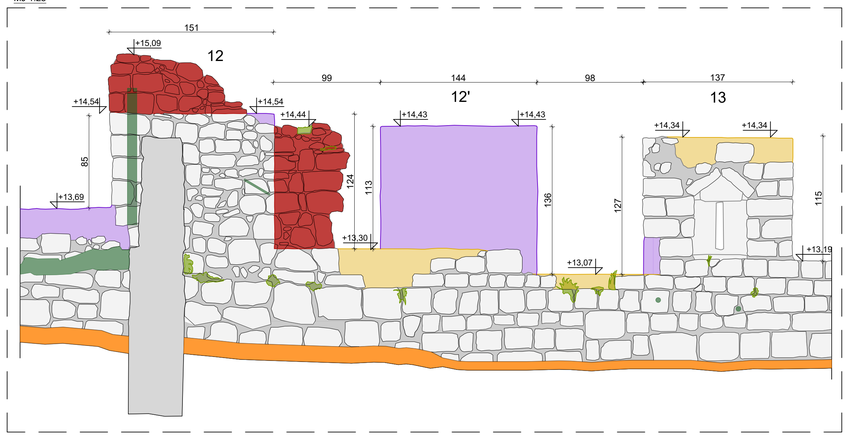
ISTOČNO PROČELJE ZIDA - VANJSKA STRANA
MJ 1:50



ISTOČNO PROČELJE ZIDA - UNUTARNJA STRANA
MJ 1:50

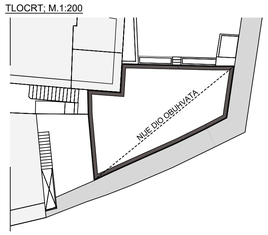


KRUNA ISTOČNOG ZIDA S UNUTARNJE STRANE 12-12' (VARIJANTA 2)
MJ 1:25

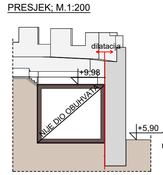


PRIHVAT ZIDINA ZA NOVI AB ZID PODRUMA (AB ZID NIJE DIO OBUHVATA)

TLOCRT; M.1:200

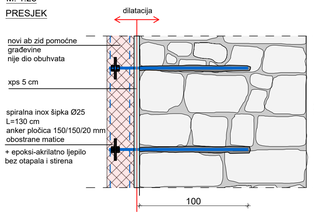


PRESJEK; M.1:200



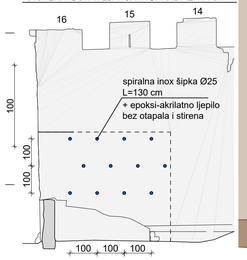
DETALJ PRIHVATA KAMENOG ZIDA
M. 1:25

PRESJEK

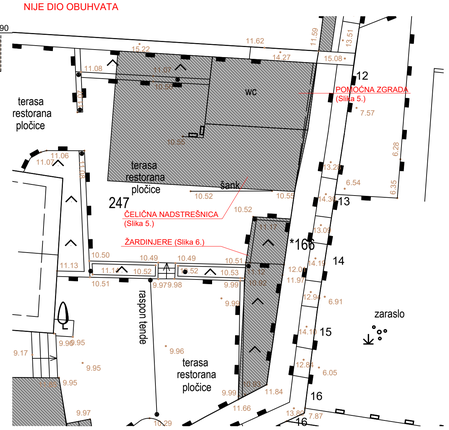


POGLED NA ZID; M. 1:100

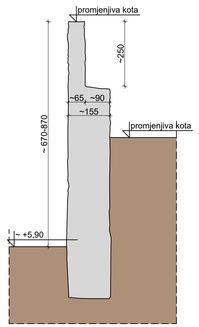
RASTER POSTAVLJANJA INOX SIDRENIH ŠIPKI



GEODETSKA PODLOGA
PRIKAZ NEPRIMJERENO IZVEDENIH INTERVENCIJA KOJE ZADIRU U GRADSKE ZIDINE
M. 1:00
NIJE DIO OBUHVATA



KARAKTERISTIČNI PRESJEK ZIDA
MJ 1:100



NAPOMENE

1. Konture izvorne linije kruništa su pretpostavljene
2. Zbog nedostupnosti ili prekrivenosti raslinjem, oblici kamenih blokova zida na određenim mjestima su pretpostavljeni.
3. Sve izmjere provjeriti u naravi!

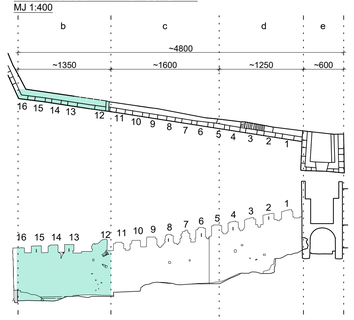
ZAHVATI POJAČANJA I POPRAVKA

1. Zapunjavanje sljubnica uz prethodno čišćenje
2. Dozidavanje područja na kojima je došlo do ispadanja kamenih blokova
3. Restauracija kruništa zidina s izvedbom konzolnih istaka koje nedostaju
4. Razgradnja i rekonstrukcija dijelova zidina koji su nisu izvorni dijelovi zidina
5. Uklanjanje naknadno pričvršćenih elemenata na zidinama
6. Sanacija ophoda s unutarnje strane zidina
7. Uređenje zidina s vanjske strane uklanjanjem raslinja
8. Pojačanje svoda kule ugradnjom staklene užadi umočene u smolu i postavljene u sljubnice
9. Ugradnja inox štapnih sidara pri vrhu zidova kule
10. Bočna stabilizacija kruništa kule ugradnjom vertikalnih inox šipki

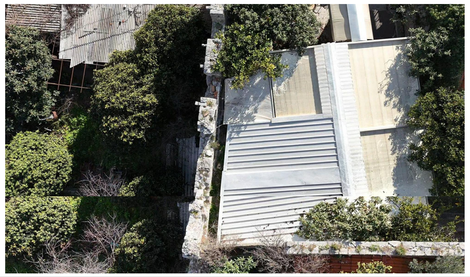
LEGENDA

- Injektiranje postojećih pukotina
- Novi GFRP elementi
- Novi čelični (inox) elementi
- Postojeći kameni blokovi/zide u pogledu i presjeku
- Čišćenje i zapunjavanje neispunjenih sljubnica
- Razgradnja i rekonstrukcija
- Zone neispunjenih sljubnica (zapunjavanje)
- Uređenje ophoda
- Tlo
- Dozidavanje kamene strukture zamjenskim elementima - jednostrano
- Dozidavanje kamene strukture zamjenskim elementima - obostrano
- Uklanjanje biološke kolonizacije (raslinja)
- Uklanjanje pričvršćenih elemenata
- Konzolna istaka s vanjske strane krune
- Rekonstrukcija konzolne istake s vanjske strane krune
- Neprimjereno izvedene intervencije u prostoru

SHEMA POZICIJA - PRIKAZ SEGMENATA
MJ 1:400



SLIKA 5.

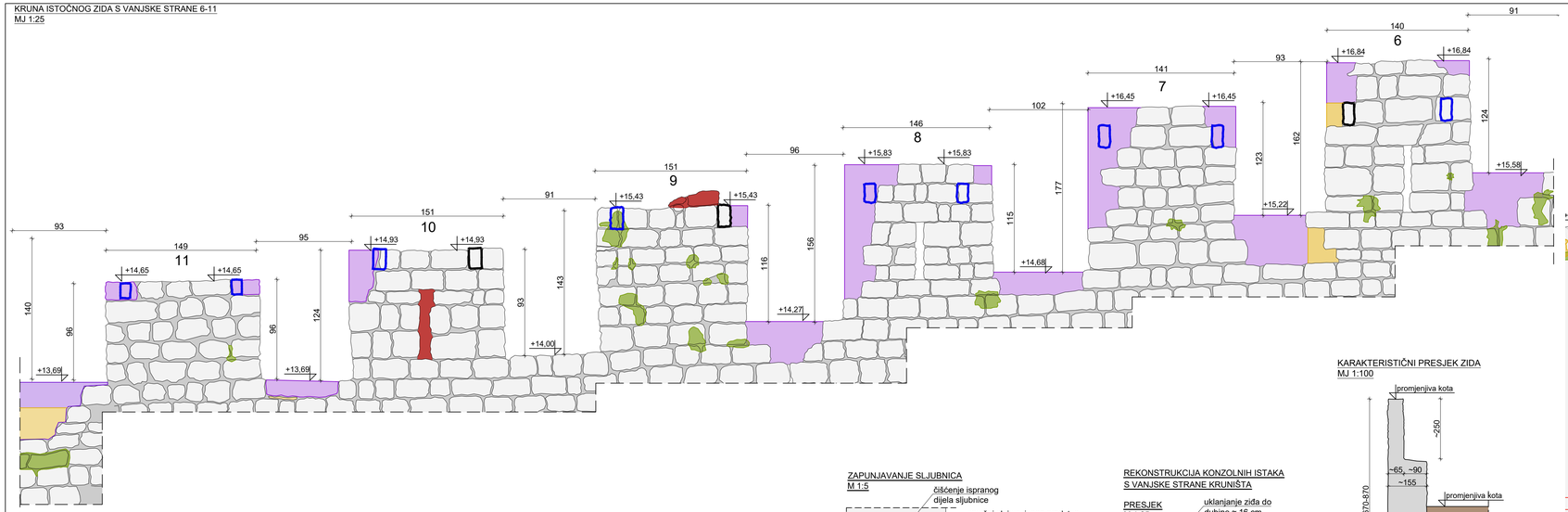


SLIKA 6.

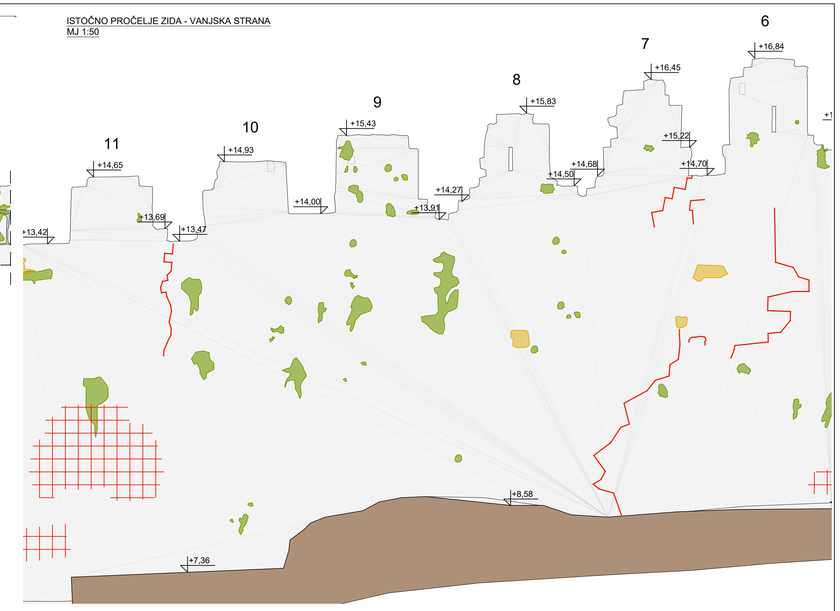
HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Juraj Pojatina
dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 3370

broj revizije: 0	opis:		datum:
STUDIO ARHING D.O.O. ZA PROJEKTIRANJE I INŽENJERING PODUZETNIK U GRADNJI ČIRE TUNELKE 49, 10000 ZAGREB	građevina: Gradske zidine - Hvar k.č. *165 i *166 k.o. Hvar Sanacija istočnog dijela zidina i kule	sadržaj: ZAHVATI SANACIJE KONSTRUKCIJE SEGMENT "B"	
	investitor: Grad Hvar Milana Kukurina 2 21450 Hvar OIB 01250166084	suradnici: David Anđić, mag.ing.aedif. Dunja Barić, mag.ing.aedif. Ivan Manović, mag.ing.aedif. Monika Pranjić, mag.ing.aedif. Renato Gulić, mag.ing.aedif.	mjerilo: 1:400; 1:100 1:50; 1:25; 1:5 ± 0,00 = 0,00 mnv
	projektant: Juraj Pojatina, dipl.ing.grad., G3870	direktor: Juraj Pojatina dipl.ing.grad.	list br: 01
	projekt: PROJEKT STATIČKE SANACIJE GRADSKIH ZIDINA - ISTOČNI DIO I KULA	TD: 14/24	datum: veljača 2024.

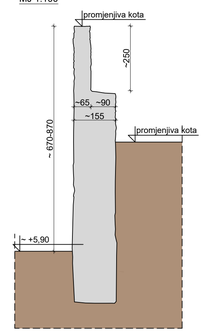
KRUNA ISTOČNOG ZIDA S VANJSKE STRANE 6-11
MJ 1:25



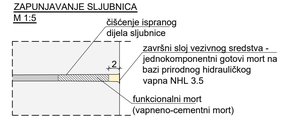
ISTOČNO PROČELJE ZIDA - VANJSKA STRANA
MJ 1:50



KARAKTERISTIČNI PRESJEK ZIDA
MJ 1:100

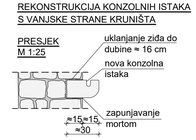


ZAPUNJAVANJE SLJUBNICA
M 1:5

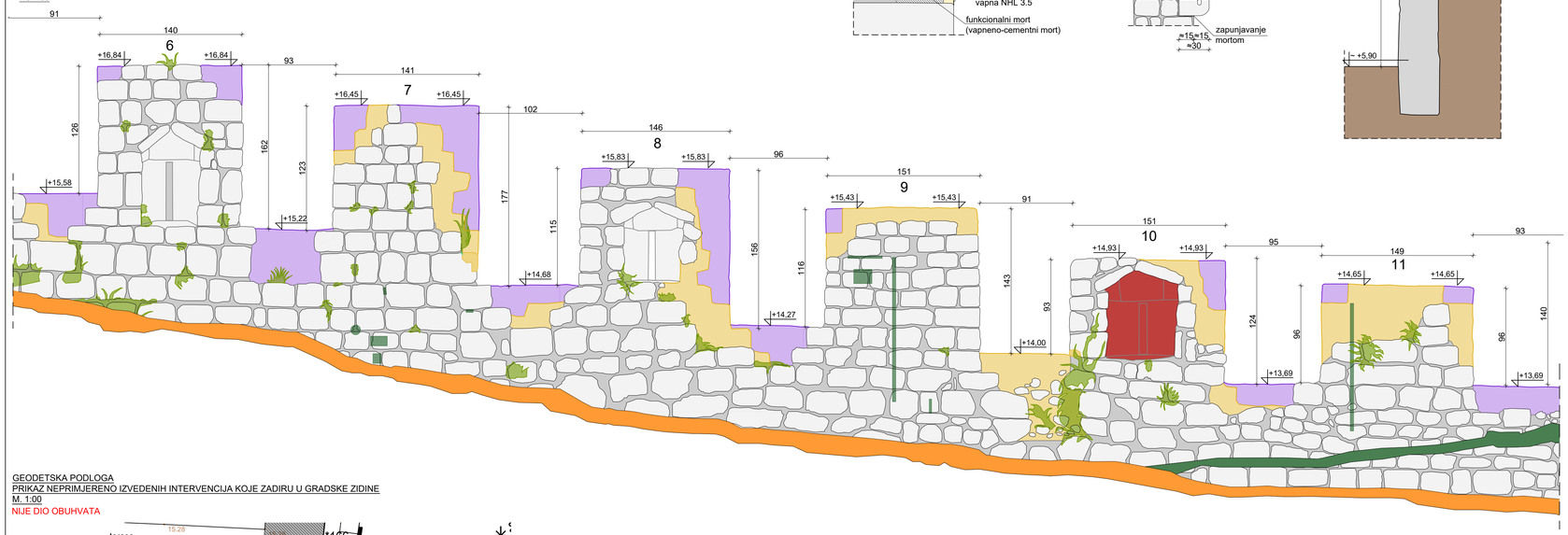


REKONSTRUKCIJA KONZOLNIH ISTAKA S VANJSKE STRANE KRUNIŠTA

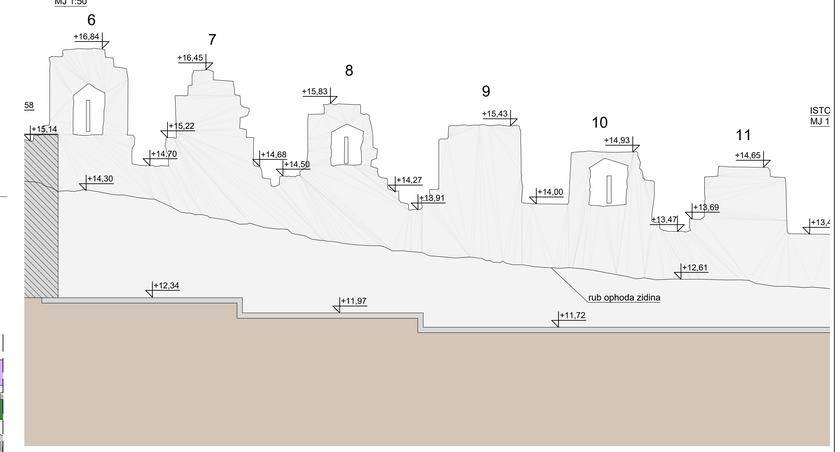
PRESJEK
M 1:25



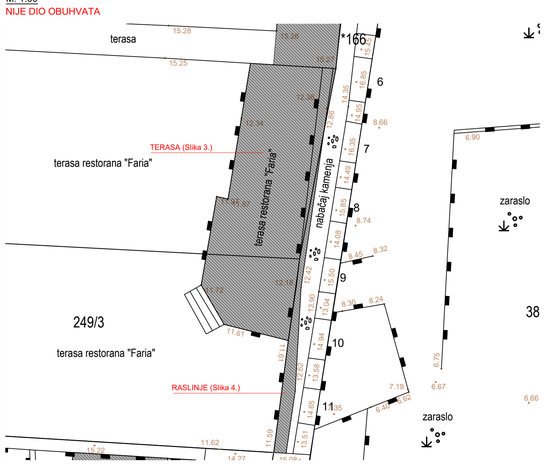
KRUNA ISTOČNOG ZIDA S UNUTARNJE STRANE 6-11
MJ 1:25



ISTOČNO PROČELJE ZIDA - UNUTARNJA STRANA
MJ 1:50



GEODETSKA PODLOGA
PRIKAZ NEPRIMJERENO IZVEDENIH INTERVENCIJA KOJE ZADIRU U GRADSKE ZIDINE
M. 1:00
NIJE DIO OBUHVATA



SLIKA 3.

SLIKA 4.

NAPOMENE

1. Konture izvorne linije kruništa su pretpostavljene
2. Zbog nedostupnosti ili prekrivenosti raslinjem, oblici kamenih blokova zida na određenim mjestima su pretpostavljeni.
3. Sve izmjere provjeriti u naravi!

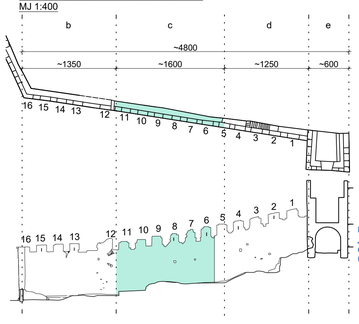
ZAHVATI POJAČANJA I POPRAVKA

1. Zapunjavanje sljubnica uz prethodno čišćenje
2. Dozidavanje područja na kojima je došlo do ispadanja kamenih blokova
3. Restauracija kruništa zidina s izvedbom konzolnih istaka koje nedostaju
4. Razgradnja i rekonstrukcija dijelova zidina koji su nisu izvorni dijelovi zidina
5. Uklanjanje naknadno pričvršćenih elemenata na zidinama
6. Sanacija ophoda s unutarnje strane zidina
7. Uređenje zidina s vanjske strane uklanjanjem raslinja
8. Pojačanje svoda kule ugradnjom staklene užadi umočene u smolu i postavljene u sljubnice
9. Ugradnja inox šiparnih sidara pri vrhu zidova kule
10. Bočna stabilizacija kruništa kule ugradnjom vertikalnih inox šipki

LEGENDA

- Injektiranje postojećih pukotina
- Novi GFRP elementi
- Novi čelični (inox) elementi
- Postojeći kameni blokovi/zide u pogledu i presjeku
- Čišćenje i zapunjavanje neispunjenih sljubnica
- Razgradnja i rekonstrukcija
- Zone neispunjenih sljubnica (zapunjavanje)
- Uređenje ophoda
- Tlo
- Dozidavanje kamene strukture zamjenskim elementima - jednostrano
- Dozidavanje kamene strukture zamjenskim elementima - obostrano
- Uklanjanje biološke kolonizacije (raslinja)
- Uklanjanje pričvršćenih elemenata
- Konzolna istaka s vanjske strane krune
- Rekonstrukcija konzolne istake s vanjske strane krune
- Neprimjereno izvedene intervencije u prostoru

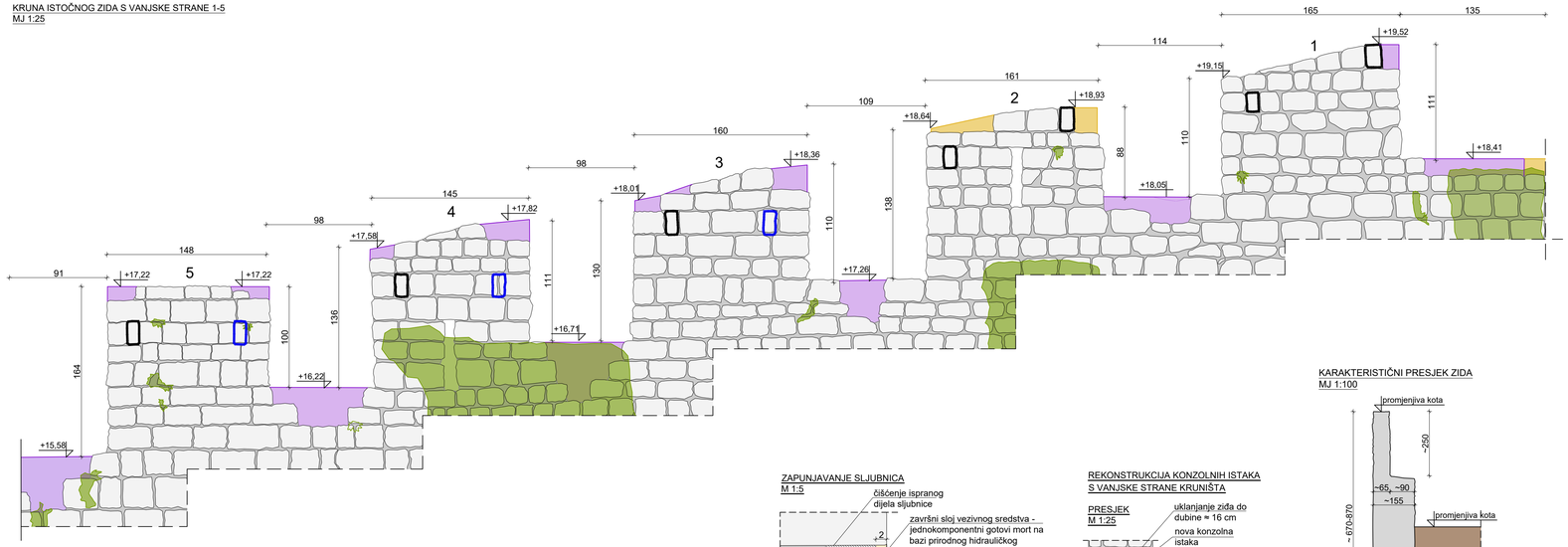
SHEMA POZICIJA - PRIKAZ SEGMENATA
MJ 1:400



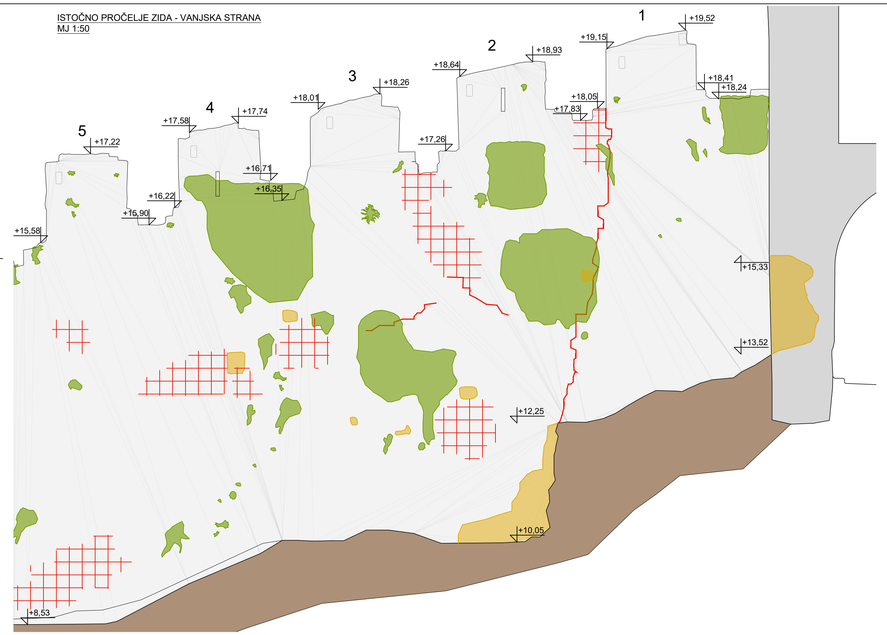
HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Juraj Pojatina
dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 3970

STUDIO ARHING D. O. O. ZA PROJEKTIRANJE I INŽENJERING PODUZETNIK U GRADITELJSTVU ĆIRE TUMELKE 49, 10000 ZAGREB	građevina: Gradske zidine - Hvar k.č. *165 i *166 k.o. Hvar Sanacija istočnog dijela zidina i kule	sadržaj: ZAHVATI SANACIJE KONSTRUKCIJE SEGMENT "C"	
	investitor: Grad Hvar Milana Kukurina 2 21450 Hvar OIB 01250166084	suradnici: David Anđić, mag.ing.aedif. Dunja Barić, mag.ing.aedif. Ivan Manović, mag.ing.aedif. Monika Pranjić, mag.ing.aedif. Renato Gulić, mag.ing.aedif.	mjerilo: 1:400; 1:100 1:50; 1:25; 1:5 ± 0,00 = 0,00 mnv
	projektant: Juraj Pojatina, dipl.ing.građ., G3870	direktor: Juraj Pojatina dipl.ing.građ.	list br: 02
	projekt: PROJEKT STATIČKE SANACIJE GRADSKIH ZIDINA - ISTOČNI DIO I KULA	TD: 14/24	datum: veljača 2024.

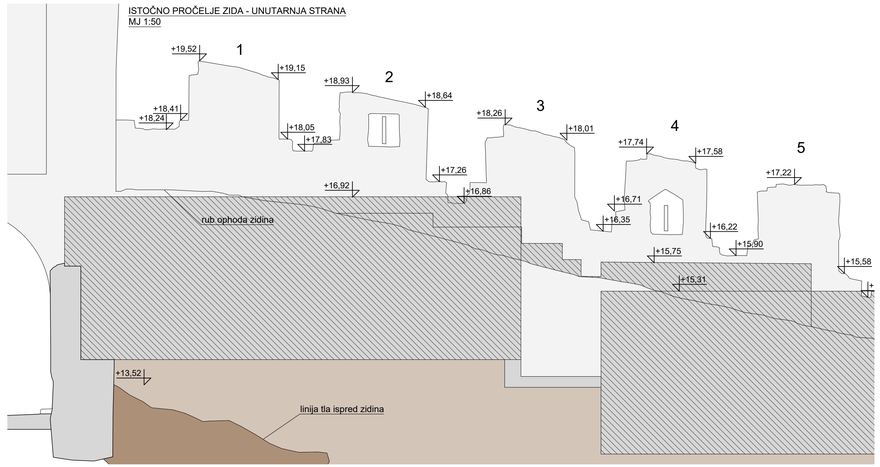
KRUNA ISTOČNOG ZIDA S VANJSKE STRANE 1-5
MJ 1:25



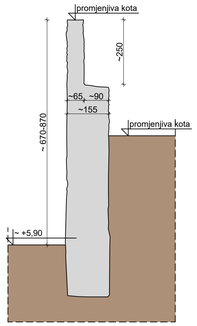
ISTOČNO PROČELJE ZIDA - VANJSKA STRANA
MJ 1:50



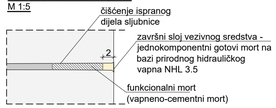
ISTOČNO PROČELJE ZIDA - UNUTARNJA STRANA
MJ 1:50



KARAKTERISTIČNI PRESJEK ZIDA
MJ 1:100



ZAPUNJAVANJE SLJUBNICA
M 1:5



REKONSTRUKCIJA KONZOLNIH ISTAKA S VANJSKE STRANE KRUNIŠTA

PRESJEK
M 1:25

KRUNA ISTOČNOG ZIDA S UNUTARNJE STRANE 1-5
MJ 1:25

GEODETSKA PODLOGA
PRIKAZ NEPRIMJERENO IZVEDENIH INTERVENCIJA KOJE ZADIRU U GRADSKE ZIDINE
M. 1:00
NIJE DIO OBUHVATA

SLIKA 1.

SLIKA 2.

NAPOMENE

1. Konture izvorne linije kruništa su pretpostavljene
2. Zbog nedostupnosti ili prekrivenosti raslinjem, oblici kamenih blokova zida na određenim mjestima su pretpostavljeni.
3. Sve izmjere provjeriti u naravi!

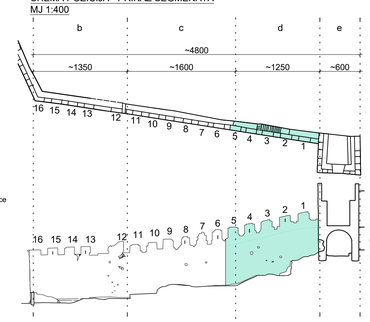
ZAHVATI POJAČANJA I POPRAVKA

1. Zapunjavanje sljubnica uz prethodno čišćenje
2. Dozidavanje područja na kojima je došlo do ispadanja kamenih blokova
3. Restauracija kruništa zidina s izvedbom konzolnih istaka koje nedostaju
4. Razgradnja i rekonstrukcija dijelova zidina koji su nisu izvorni dijelovi zidina
5. Uklanjanje naknadno pričvršćenih elemenata na zidinama
6. Sanacija ophoda s unutarnje strane zidina
7. Uređenje zidina s vanjske strane uklanjanjem raslinja
8. Pojačanje svoda kule ugradnjom staklene užadi umočene u smolu i postavljene u sljubnice
9. Ugradnja inox štapnih sidara pri vrhu zidova kule
10. Bočna stabilizacija kruništa kule ugradnjom vertikalnih inox šipki

LEGENDA

- Injektiranje postojećih pukotina
- Novi GFRP elementi
- Novi čelični (inox) elementi
- Postojeći kameni blokovi/zide u pogledu i presjeku
- Čišćenje i zapunjavanje neispunjenih sljubnica
- Razgradnja i rekonstrukcija
- Zone neispunjenih sljubnica (zapunjavanje)
- Uređenje ophoda
- Tlo
- Dozidavanje kamene strukture zamjenskim elementima - jednostrano
- Dozidavanje kamene strukture zamjenskim elementima - obostrano
- Uklanjanje biološke kolonizacije (raslinja)
- Uklanjanje pričvršćenih elemenata
- Konzolna istaka s vanjske strane krune
- Rekonstrukcija konzolne istake s vanjske strane krune
- Neprimjereno izvedene intervencije u prostoru

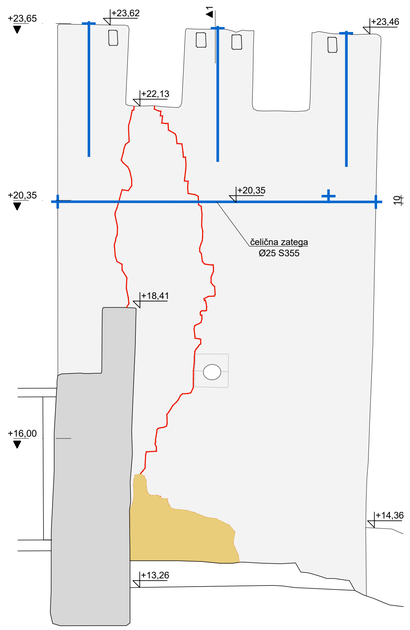
SHEMA POZICIJA - PRIKAZ SEGMENATA
MJ 1:400



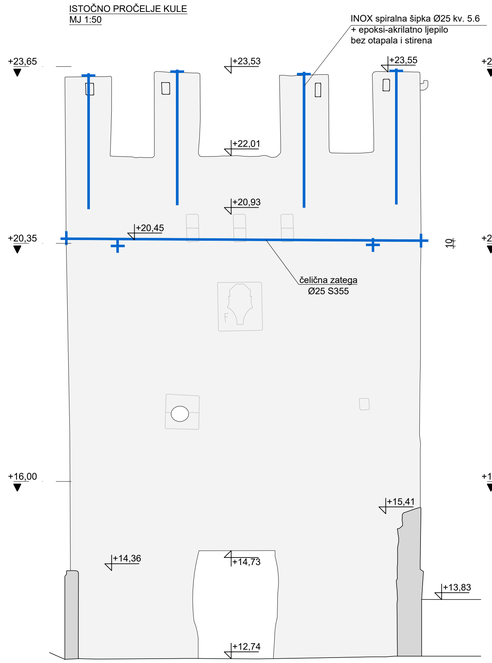
HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Juraj Pojatina
dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 3870

STUDIO ARHING D.O.O. ZA PROJEKTIRANJE I INŽENJERING PADOVA II 10/IV, 10000 ZAGREB, ČIRE TUHELJE 49, 10000 ZAGREB	građevina: Gradske zidine - Hvar k.č. *165 i *166 k.o. Hvar Sanacija istočnog dijela zidina i kule	sadržaj: ZAHVATI SANACIJE KONSTRUKCIJE SEGMENT "D"	
	investitor: Grad Hvar Milana Kukurina 2 21450 Hvar OIB 01250166084	suradnici: David Anđić, mag.ing.aedif. Dunja Barić, mag.ing.aedif. Ivan Manović, mag.ing.aedif. Monika Pranjić, mag.ing.aedif. Renato Gulić, mag.ing.aedif.	mjerilo: 1:400; 1:100 1:50; 1:25; 1:5 ± 0,00 = 0,00 mnv
	projektant: Juraj Pojatina, dipl.ing.grad., G3870	direktor: Juraj Pojatina dipl.ing.grad.	list br: 03
	projekt: PROJEKT STATIČKE SANACIJE GRADSKIH ZIDINA - ISTOČNI DIO I KULA	TD: 14/24	datum: veljača 2024.

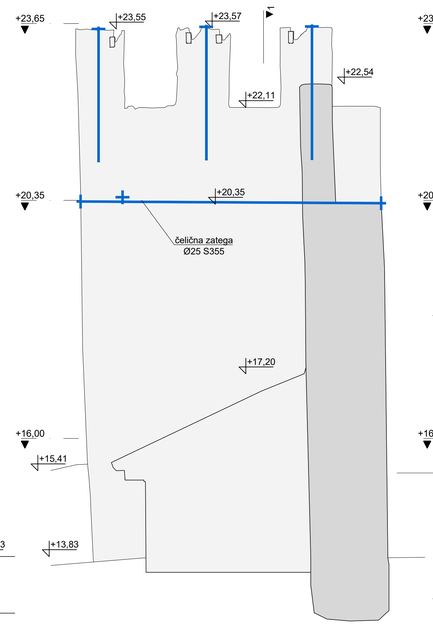
JUŽNO PROČELJE KULE
MJ 1:50



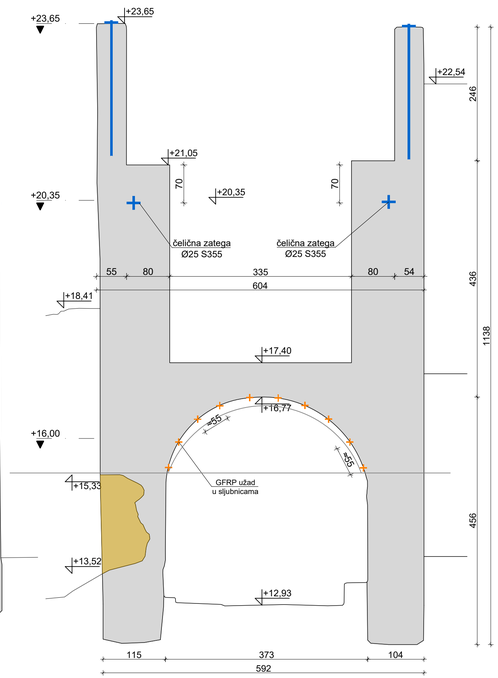
ISTOČNO PROČELJE KULE
MJ 1:50



SJEVERNO PROČELJE KULE
MJ 1:50

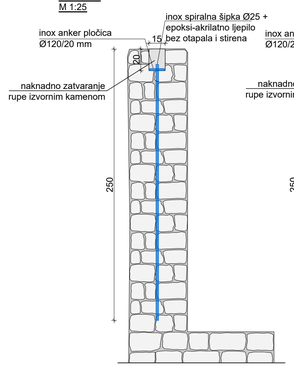


PRESJEK 1-1
MJ 1:50

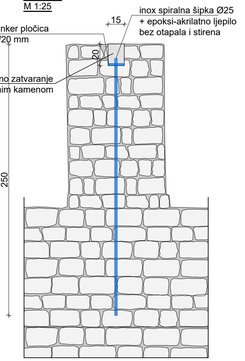


POJAČANJE KRUNIŠTA KULE

PRESJEK
M 1:25



POGLED
M 1:25



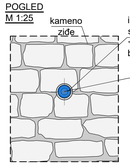
ZAPUNJAVANJE SLJUBNICA
M 1:5

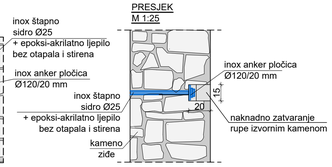
REKONSTRUKCIJA KONZOLNIH ISTAKA
S VANJSKE STRANE KRUNIŠTA

PRESJEK
M 1:25

KOTVENI DETALJ ZATEGA
M 1:25

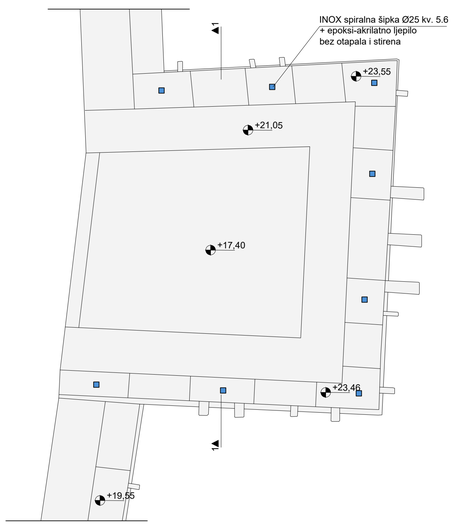
POGLED
M 1:25



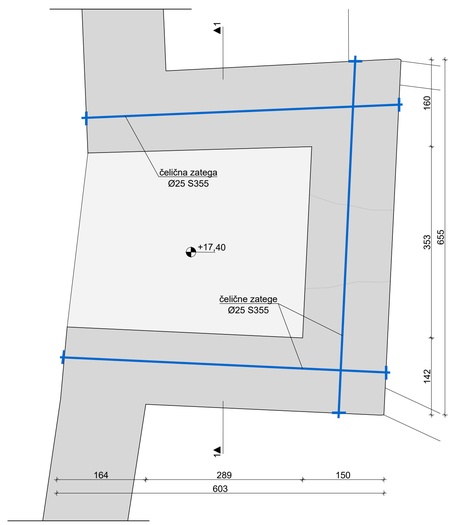


PRESJEK
M 1:25

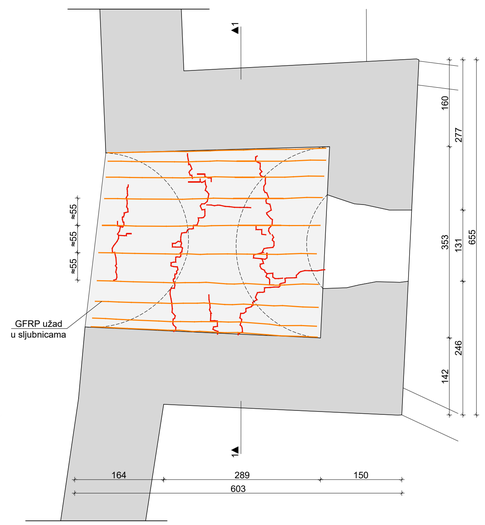
TLOCRT NA KOTI +23,65 m
MJ 1:50



TLOCRT NA KOTI +20,35 m
MJ 1:50

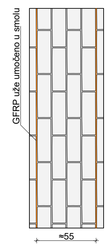


TLOCRT NA KOTI +16,00 m
MJ 1:50

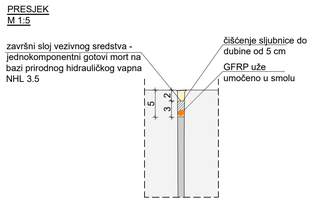


ARMIRANJE SLJUBNICA
SVODA KULE

POGLED NA SVOD
M 1:25



PRESJEK
M 1:5



NAPOMENE

1. Konture izvorne linije kruništa su pretpostavljene
2. Zbog nedostupnosti ili prekrivenosti raslinjem, oblici kamenih blokova zida na određenim mjestima su pretpostavljeni.
3. Sve izmjere provjeriti u naravi!

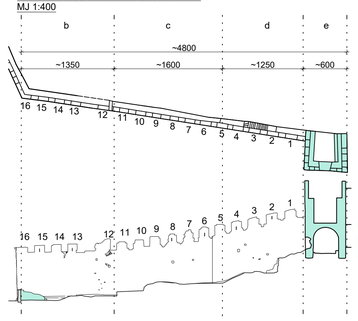
ZAHVATI POJAČANJA I POPRAVKA

1. Zapunjavanje sljubnica uz prethodno čišćenje
2. Dozidavanje područja na kojima je došlo do ispadanja kamenih blokova
3. Restauracija kruništa zidina s izvedbom konzolnih istaka koje nedostaju
4. Razgradnja i rekonstrukcija dijelova zidina koji su nisu izvorni dijelovi zidina
5. Uklanjanje naknadno pričvršćenih elemenata na zidinama
6. Sanacija ophoda s unutarnje strane zidina
7. Uređenje zidina s vanjske strane uklanjanjem raslinja
8. Pojačanje svoda kule ugradnjom staklene užadi umočene u smolu i postavljene u sljubnice
9. Ugradnja inox štapnih sidara pri vrhu zidova kule
10. Bočna stabilizacija kruništa kule ugradnjom vertikalnih inox šipki

LEGENDA

- Injektiranje postojećih pukotina
- Novi GFRP elementi
- Novi čelični (inox) elementi
- Postojeći kameni blokovi/zide u pogledu i presjeku
- Čišćenje i zapunjavanje neispunjenih sljubnica
- Razgradnja i rekonstrukcija
- Zone neispunjenih sljubnica (zapunjavanje)
- Uređenje ophoda
- Tlo
- Dozidavanje kamene strukture zamjenskim elementima - jednostrano
- Dozidavanje kamene strukture zamjenskim elementima - obostrano
- Uklanjanje biološke kolonizacije (raslinja)
- Uklanjanje pričvršćenih elemenata
- Konzolna istaka s vanjske strane krune
- Rekonstrukcija konzolne istake s vanjske strane krune
- Neprimjereno izvedene intervencije u prostoru

SHEMA POZICIJA - PRIKAZ SEGMENATA
MJ 1:400



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Juraj Pojatina
dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 3870

STUDIO ARHING d.o.o. za projektiranje i inženjering u graditeljstvu Cire Truhelke 49, 10000 Zagreb	građevina: Gradske zidine - Hvar k.č. *165 i *166 k.o. Hvar Sanacija istočnog dijela zidina i kule	sadržaj: ZAHVATI SANACIJE KONSTRUKCIJE SEGMENT "E"	
	investitor: Grad Hvar Milana Kukurina 2 21450 Hvar OIB 01250166084	suradnici: David Anđić, mag.ing.aedif. Dunja Barić, mag.ing.aedif. Ivan Manović, mag.ing.aedif. Monika Pranjić, mag.ing.aedif. Renato Gulić, mag.ing.aedif.	mjerilo: 1:400; 1:100 1:50; 1:25; 1:5 ± 0.00 = 0.00 mnv
	projektant: Juraj Pojatina, dipl.ing.grad., G3870	direktor: Juraj Pojatina dipl.ing.grad.	list br: 04
	projekt: PROJEKT STATIČKE SANACIJE GRADSKIH ZIDINA - ISTOČNI DIO I KULA	TD: 14/24	datum: veljača 2024.