



KREŠO GEO d.o.o.

Jablanska ulica 54, 10 000 Zagreb

OIB: 33584421998

INVESTITOR:

**Akademija likovnih umjetnosti sveučilišta u
Zagrebu**

OIB 95847257607

Ilica 85, 10 000 Zagreb

NARUČITELJ:

TRINAS INŽENJERING d.o.o.

Dubrovačka 14, 31 000 Osijek

OIB: 05774769538

Građevina:

**Akademija likovnih umjetnosti u Zagrebu – nastavnički
odsjek Jabukovac 10, 10000 Zagreb**

Lokacija:

k.č.br. 830/1, k.o. Centar

Vrsta projekta (razina i struka):

**IZVEDBENI GRAĐEVINSKI PROJEKT OJAČANJA TEMELJNOG
TLA**

Zajednička oznaka projekta:

CO_203-2023

Broj projekta:

792-2/2023

Glavni projektant:

mr.sc. Saša Randić, dipl.ing.arh.

Projektant:

mr.sc. KREŠIMIR BOLANČA, dipl. ing. građ.

Suradnik:

Direktor:

mr.sc. KREŠIMIR BOLANČA, dipl. ing. građ.

Mjesto i datum:

Zagreb, lipanj 2023.

KOPIJA BR. _

REVIZIJA 0

Izradio: **KREŠO GEO d.o.o.**
Jablanska ulica 54, 10 000 Zagreb

Građevina: **Akademija likovnih umjetnosti u Zagrebu – nastavnički
odsjek Jabukovac 10, 10000 Zagreb**

Vrsta projekta (razina i struka): **IZVEDBENI PROJEKT OJAČANJA TEMELJNOG TLA**

Zajednička oznaka projekta: **CO_203-2023**

Broj projekta: **792-2/2023**

I. OPĆI DIO

Mjesto i datum: **Zagreb, lipanj 2023.**

SADRŽAJ

I. OPĆI DIO	stranice
Naslovna stranica	1-1
Sadržaj	2-2
Popis mapa.....	3-4
Registracija poduzeća	5-7
II. TEHNIČKI DIO	stranice
Naslovna stranica	1-1
1. TEHNIČKI OPIS	2-9
2. TEHNIČKI UVJETI IZVEDBE, PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE.....	10-19
3. TROŠKOVNIK.....	20-22
4. NACRTI	stranice
4.1. Situacija iskolčenja.....	1 nacrt
4.2. Tlocrt sa rasporedom stupnjaka	1 nacrt
4.3. Presjek A-A i B-B	1 nacrt
4.4. Armatura naglavne grede	1 nacrt

POPIS MAPA

MAPA 1	ARHITEKTONSKI PROJEKT Projektant: mr.sc. Saša Randić, dipl.ing.arh. br.ovl. A 449 OIB: 86757663498 Randić i suradnici d.o.o., Ulica Franje Brentinija 5, 51 000 Rijeka Broj projekta CO_203-2023_A
MAPA 2	GRAĐEVINSKI PROJEKT – PROJEKT POJAČANJA KONSTRUKCIJE Projektant: Ante Grubišić, mag.ing.aedif. br.ovl. G 4528 OIB: 05774769538 TRINAS inženjering d.o.o., Dubrovačka 14, 31 000 Osijek Broj projekta 020/23
MAPA 3	ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT Projektant: Zlatko Galić dipl.ing.el. br.ovl. E 223 OIB: 21517658354 Nova-lux d.o.o., Ivana Gundulića 36b, 31 000 Osijek Broj projekta 031/23-E-IZV
MAPA 4	STROJARSKI PROJEKT – INSTALACIJE GRIJANJA, HLAĐENJA I VENTILACIJE Projektant: Tomo Planinić dipl.ing.stroj. br.ovl. S 1357 OIB: 39607283390 PLANINIĆ projekt d.o.o., Zagrebačka cesta 132A, 10 000 Zagreb Broj projekta: 2023/136
MAPA 5	PROJEKT VODOVODA I KANALIZACIJE – HIDRANTSKA MREŽA Projektant: Ante Grubišić, mag.ing.aedif. br.ovl. G 4528 OIB: 05774769538 TRINAS inženjering d.o.o., Dubrovačka 14, 31 000 Osijek Broj projekta: 020/23
MAPA 6	PROJEKT RACIONALNE UPORABE ENERGIJE I TOPLINSKE ZAŠTITE Projektant: Lučijano Raspor, dipl.ing.stroj. br.ovl. S 186 OIB: 96541170357 Rijeka projekt energetika d.o.o., Moše Albaharija 10/a, 51 000 Rijeka Broj projekta: 2023-76_T
MAPA 7	PROJEKT VERTIKALNOG TRANSPORTA Projektant: Denis Paleka, dipl.ing.stroj.

br.ovl. S 1326
OIB: 33825093569
Ulica Miroslava Milića 12, 10 090 Zagreb
Broj projekta: DP-64/23-IP

MAPA 8

ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT SUSTAVA ZA DOJAVU POŽARA

Projektant: Zlatko Galić dipl.ing.el.
br.ovl. E 223
OIB: 21517658354
Nova-lux d.o.o., Ivana Gundulića 36b, 31 000 Osijek
Broj projekta: 031/23-V-IZV

MAPA 9

PROJEKT OJAČANJA TEMELJNOG TLA

Projektant: mr.sc. Krešimir Bolanča, dipl.ing.građ.
OIB: 33584421998
KREŠO GEO d.o.o., Jablanska 54, 10 000 Zagreb
Broj projekta: 792-2/2023

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:

080874727

OIB:

33584421998

TVRTKA:

4 KREŠO GEO društvo s ograničenom odgovornošću za usluge

4 KREŠO GEO d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:

4 Zagreb (Grad Zagreb)
Jablanska ulica 54

PRAVNI OBLIK:

4 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

- 1 * - stručni poslovi prostornog uređenja
- 1 * - projektiranje, građenje, uporaba i uklanjanje građevina
- 1 * - nadzor nad gradnjom
- 1 * - poslovi upravljanja nekretninom i održavanje nekretnina
- 1 * - posredovanje u prometu nekretnina
- 1 * - poslovanje nekretninama
- 1 * - kupnja i prodaja robe
- 1 * - obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
- 1 * - zastupanje inozemnih tvrtki
- 1 * - istraživanje tržišta i ispitivanje javnog mnijenja
- 1 * - promidžba (reklama i propaganda)
- 1 * - savjetovanje u vezi s poslovanjem i upravljanjem
- 1 * - pripremanje hrane i pružanje usluga prehrane
- 1 * - pripremanje i usluživanje pića i napitaka
- 1 * - pružanje usluga smještaja
- 1 * - pripremanje hrane za potrošnju na drugom mjestu sa ili bez usluživanja (u prijevoznom sredstvu, na priredbama i sl.) i opskrba tom hranom (catering)
- 1 * - turističke usluge u nautičkom turizmu
- 1 * - turističke usluge u ostalim oblicima turističke ponude
- 1 * - ostale turističke usluge
- 1 * - turističke usluge koje uključuju športskorekreativne ili pustolovne aktivnosti
- 1 * - djelatnosti javnoga prijevoza putnika i tereta u domaćem i međunarodnom cestovnom prometu

D004, 2018-09-17 11:58:19

Stranica: 1 od 3



REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PREDMET POSLOVANJA:

- 1 * - prijevoz za vlastite potrebe
- 4 * - istraživanje i razvoj iz područja geologije
- 4 * - djelatnost tehničkog ispitivanja i analize
- 4 * - stručni poslovi zaštite okoliša

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- 2 KREŠIMIR BOLANČA, OIB: 03179434273
Zagreb, ULICA FERDINANDA BUDICKOG 8
- 4 - jedini član d.o.o.

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

- 2 KREŠIMIR BOLANČA, OIB: 03179434273
Zagreb, ULICA FERDINANDA BUDICKOG 8
- 1 - direktor
- 4 - zastupa društvo pojedinačno i samostalno

TEMELJNI KAPITAL:

- 4 20.000,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:

Pravni oblik:

- 4 Odlukom jedinog člana društva od 20.kolovoza 2018.godine promijenjen je pravno ustrojbeni oblik jednostavnog društva s ograničenom odgovornošću u društvo s ograničenom odgovornošću.

Osnivački akt:

- 1 Izjava o osnivanju od 14. listopada 2013. godine.
- 3 Izjava o osnivanju od 14. listopada 2013. godine izmijenjena je u cijelosti Odlukom člana društva od 7. travnja 2016. godine. Potpuni tekst Izjave od 7. travnja 2016. godine potvrđen od strane javnog bilježnika i dostavljen u zbirku isprava.
- 4 Odlukom jedinog člana društva od dana 20.kolovoza 2018.godine Izjava društva od 07.travnja 2016.godine zamijenjena novim potpunim tekstom Izjave društva. Potpuni tekst Izjave društva od 20.kolovoza 2018.godine potvrđen je od strane javnog bilježnika i dostavljen u zbirku sudskog registra Trgovačkog suda u Zagrebu.

Promjene temeljnog kapitala:

- 4 Temeljni kapital društva povećava se s iznosa od 10,00 kuna, za iznos od 19.990,00 kuna, na iznos od 20.000,00 kuna, uplatom u novcu povećanog uloga za postojeći poslovni udio jedinog člana društva.

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

D004, 2018-09-17 11:58:19

Stranica: 2 od 3



REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

	Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	08.04.18	2017	01.01.17 - 31.12.17	GFI-POD izvještaj

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU	Tt	Datum	Naziv suda
0001	Tt-13/23165-4	17.10.2013	Trgovački sud u Zagrebu
0002	Tt-16/1547-1	19.01.2016	Trgovački sud u Zagrebu
0003	Tt-16/12133-2	18.04.2016	Trgovački sud u Zagrebu
0004	Tt-18/31319-2	12.09.2018	Trgovački sud u Zagrebu
eu	/	25.05.2014	elektronički upis
eu	/	26.03.2015	elektronički upis
eu	/	26.06.2016	elektronički upis
eu	/	29.04.2017	elektronički upis
eu	/	08.04.2018	elektronički upis

U Zagrebu, 17. rujna 2018.

Ovlaštena osoba



Izradio: **KREŠO GEO d.o.o.**
Jablanska ulica 54, 10 000 Zagreb

Građevina: **Akademija likovnih umjetnosti u Zagrebu –
nastavnički odsjek Jabukovac 10, 10000 Zagreb
k.č.br. 803/1, k.o. Centar**

Vrsta projekta (razina i struka): **IZVEDBENI PROJEKT OJAČANJA TEMELJNOG TLA**

Zajednička oznaka projekta: **CO_203-2023**

Broj projekta: **792-1/2023**

II. TEHNIČKI DIO

Mjesto i datum:

Zagreb, svibanj 2023.

1. TEHNIČKI OPIS

1.1. UVOD

Na osnovi narudžbenice Naručitelja Trinas inženjering d.o.o., Krešo geo d.o.o. je izradio izvedbeni projekt ojačanja temeljnog tla zgrade majstorske radionice ALU Jabukovac 10.

Na lokaciji k.o. Centar, k.č.br. 803/1, Zagreb, Jabukovac 10, nalaze se zgrade Akademije likovnih umjetnosti Zagreb, lokacija Jabukovac.



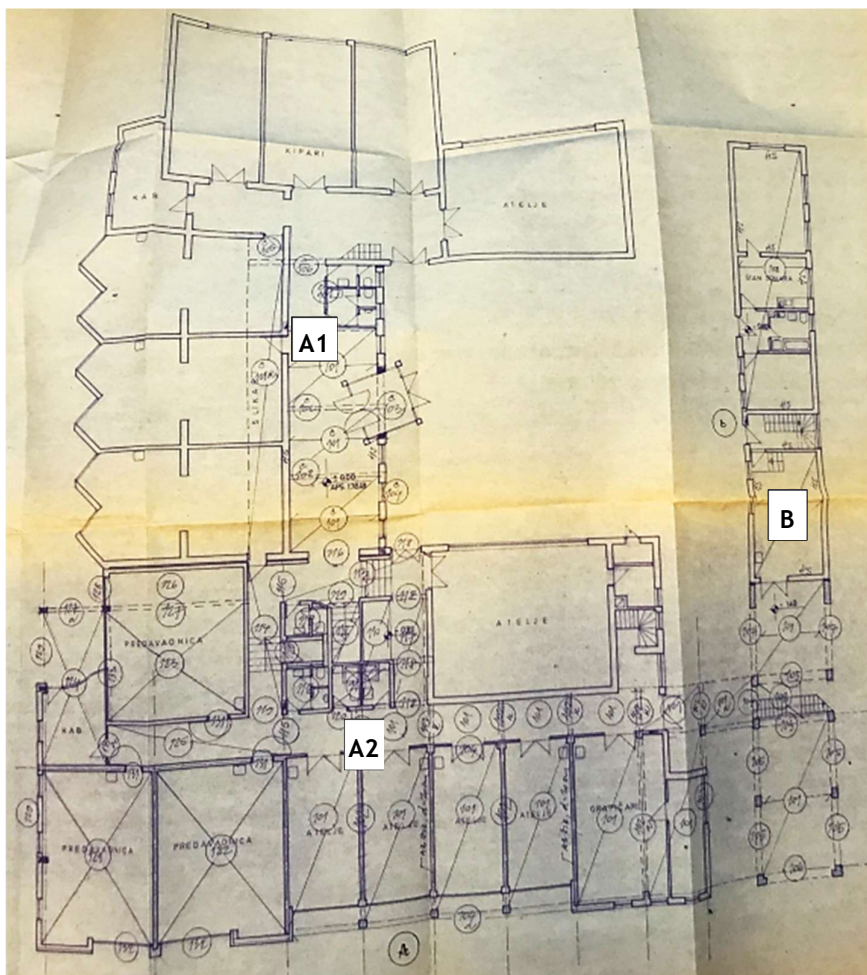
Slika 1. Prikaz položaja ALU Zagreb, lokacija Jabukovac



Slika 2. ALU Zagreb, lokacija Jabukovac

1.2. TEHNIČKI OPIS POSTOJEĆE KONSTRUKCIJE

Zatečeno stanje na terenu je građevina etažnosti Su+Pr+1, odnosno ukupno 3 etaže. Sastoji se od 2 arhitektonske cjeline (označeno A i B), povezane spojnim mostom na 1. katu. Vizualnim pregledom na terenu i uvidom u projektnu dokumentaciju vidljivo je da se zgrada sastoji od ukupno 3 konstruktivne dilatacije (A1, A2 i B kako je označeno na slici u nastavku).



Slika 3. – Izvadak iz statičkog proračuna iz 1990. godine - plan pozicija prizemlja

Projektna dokumentacija koja je dio građevinske dozvole iz 1949. godine je u zatečena u lošem stanju, nečitka i nejasna, te nije bilo moguće jasno isčitati tip konstrukcije i vrste materijala s kojima je građevina izgrađena.

Na crtežima su vidljivi prikazi drvenih krovništa iz kojih nije moguće točno definirati stvarni položaj, geometriju, dimenzije i dispoziciju krovne konstrukcije. Također, zbog nedostupnosti krovne konstrukcije na terenu, nije bilo moguće utvrditi izvedeno stanje iste. Prikazi pročelja djelomično odgovaraju zatečenom stanju, a što je tijekom vremena promjenjeno zbog dogradnje i adaptacije objekta.

Prema vremenu izgradnje pretpostavlja se da se radi o zidanoj konstrukciji s „fert“ stropovima ili AB pločama, te drvenom krovništu.

Prema projektu iz 1990. godine, zgrada je dograđena, nadograđena i adaptirana.

Iz izvadaka iz starog projekta konstrukcije može se jasno vidjeti linija dilatacije između starog i novog dijela zgrade A (na slici označeno s A1 i A2).

Uz postojeći dio zgrade A1, izvedeno je tlocrtno proširenje – novi objekt A2.

Centralni dio (zgrada A1), koji je u to vrijeme bio prizeman, je dograđen katom. Iznad postojećeg ziđa izveden je novi fert strop.

Izveden je iz nosivih AB zidova koji prenose opterećenje, sva vertikalna i horizontalna djelovanja u oba smjera na temeljnu konstrukciju. Krovna ploča je izvedena u obliku luka sistemom fert gredica koje prate liniju krova. Iznad prizemlja ovog objekta izvedena je dijelom AB ploča (na većim rasponima), a na preostalom dijelu fert strop.

Preostali dio krova je sustav jednostrešnih krovništa s različitim orijentacijama nagiba.

Temeljna konstrukcija je izvedena ta temeljnim trakama i temeljima samcima.

Objekt B koji se pruža duž kompleksa, tlocrtno je dograđen, te je podignut za etažu. Iznad postojećeg drvenog grednika izveden je fert strop, uz izvedbu horizontalnog serklaža na vrhu postojećih zidova.

Tlocrtna dogradnja je izvedena na AB okvirima s fert stropnom konstrukcijom. Krovna konstrukcija je izvedena kao lučni drveni nosač, međusobno povezan daščanom oplatom i krovnim dijagonalama unutar površine nosača. Pokrov je izveden kao lim fiksiran na daščanoj oplati.

Temeljnje je izvedeno na temeljnim trakama, na dubini od 120 cm od površine tla.

Objekt B je predmet ovog geotehničkog projekta.

1.3. OPIS POSTOJEĆEG STANJA

Na dilataciji oznake B“vidljiva su oštećenja u vidu kontinuiranih pukotina na jugozapadnome pročelju zgrade u zoni vanjskih otvora. Budući nije evidentiran pomak gradiva izvan ravnine zida, te s obzirom na činjenicu kako je struktura ziđa ostala neporemećena, predmetni dio konstrukcije se može smatrati stabilnim. Na navedenoj poziciji došlo je do oštećenja vezivnog sloja (fuge) uslijed potresnoga djelovanja.

Veća oštećenja predmetne fasade uočene su u zoni ulaza u objekt, gdje je evidentirana vertikalna pukotina koja kontinuirano prolazi po visini objekta u potpunom presjeku zida. Daljnjim pregledom ustanovljeno je kako se radi o izvedenome spoju dogradnje, koji nije obrađen u maniri veza opeke. Djelovanjem potresnoga opterećenja došlo je do formiranja dilatacijske fuge, koja nije od utjecaja na temeljne zahtjeve za građevinu. Bez obzira na navedeno preporuka je izvesti ojačanja okvira ziđa na spoju, sa ciljem ostvarenja omeđenoga ziđa.

Veće oštećenje ustanovljeno je također na spoju objekta oznake A i B na poziciji spojnoga mosta, koje se manifestira kao kontinuirana horizontalna pukotina većega intenziteta, u punom presjeku AB ploče. Na poziciji oštećenja izveden je zahvat ojačanja čeličnom konstrukcijom (sistem čeličnih stupova i greda) kojim je izvedeno pridržanje spojnoga mosta na način da isti djeluje kao zasebni nosivi element.

Iz razgovora sa predstavnikom Akademije likovnih umjetnosti, oštećenje je prethodilo potresnome opterećenju, a značajno je pojačano utjecajem potresnoga opterećenja zbog čega se sumnja na pojavu geomehaničkih anomalija.

Daljnjim pregledom objekta B sa vanjske strane ustanovljene su pojave koje upućuju na spomenutu pojavu aktivaciju klizišta koja je obrađena i geomehaničkim elaboratom, a obzirom na vidljiva oštećenja koja su evidentirana kako slijedi:

- Translacija potpornoga zida na poziciji spoja sa zgradom „A“ u zoni baze zida
- Odvajanja spoja opločenja od objekta
- Odvajanje AB terase sa sjeveroistočne strane od fasade objekta „B“

Pomak potpornoga zida okoliša ustanovljen je u bazi istoga, te se translacija evidentira u cca 10 cm pomaka izvan ravnine. Također, kao posljedica navedenoga pomaka vidljiva je pojava ulegnuća na opločenju okoliša sa gornje strane. Odvajanja opločenja okoliša evidentiraju se cca 1-2,5 cm, a obzirom na pozicije, te na činjenicu kako se zazori povećavaju prema padini sa sjeveroistočne strane zgrade, smatra se kako se radi o pojavi klizanja tla.

1.4. STANJE NAKON POTRESA

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

Zgrada je inicijalnim pregledom od 07.07.2020. godine označena kao uporabljiva.

Temeljem zaključka i preporuka za sanaciju iz geomehaničkog elaborata, zgradi ne prijeti rušenje uslijed uobičajnih opterećenja korištenja. Temeljno tlo je geotehnički podobno prema kriteriju slijeganja i nosivosti temeljnog tla.

Međutim, geodetska mjerenja su pokazala naginjanje građevine u smjeru padine. Navedeni problem vjerojatno nije uzrok slabo nosivog temeljnog tla, nego postupno klizanje geotehničke sredine koja ima slabije krutosne karakteristike. Na 4 ugla predmetnog objekta na vrhu je došlo do pomaka u različitim smjerovima.

Najveći su pomaci u smjeru sjeveroistoka, odnosno u smjeru padine iza predmetnog objekta, i iznose cca 5-8 cm. Geodetskim mjerenjima utvrđivao se odklon od vertikalnosti objekta, a izmjereni pomaci potvrđuju i objašnjavaju postojeću pukotinu na spoju mosta između dviju susjednih konstrukcija.

U suhim uvjetima predmetni dio padine je stabilan. Destabilizacija se događa kod saturacije površinskih slojeva tla pri čemu se aktivira klizanje u podnožju padine. U podnožju padine je registrirano klizište (r.br. 20103), a zbog deformacija predmetne građevine može se zaključiti kako imamo pojavu retrogradnog širenja klizišta prema građevini.

Također, novo seizmičko djelovanje bi moglo dodatno destabilizirati klizište i izazvati rušenje djela građevine.

Kako su potresi učestala pojava, potrebno je štetu nastalu prethodnim potresom sanirati, rekonstruirati, konstrukciju ojačati sukladno propisima na snazi kako bi se postigla primjerena otpornost na potres.

1.5. RJEŠENJE OJAČANJA POSTOJEĆIH TEMELJA I STABILIZACIJA PADINE– MLAZNO INJEKTIRANJE

Glavni građevinski zahvat s geotehničkog aspekta na ovoj građevini se sastoji od ojačanja temeljnog tla ispod postojećeg temelja zgrade B, te stabilizacije padine. Za ojačanje temeljnog tla će se izvesti mlazno injektirani stupnjaci kojima se poboljšava mehanička otpornost i stabilnost postojećeg objekta i omogućuje siguran prijenos opterećenja u dublje slojeve tla, veće nosivosti te stabilni iskop.

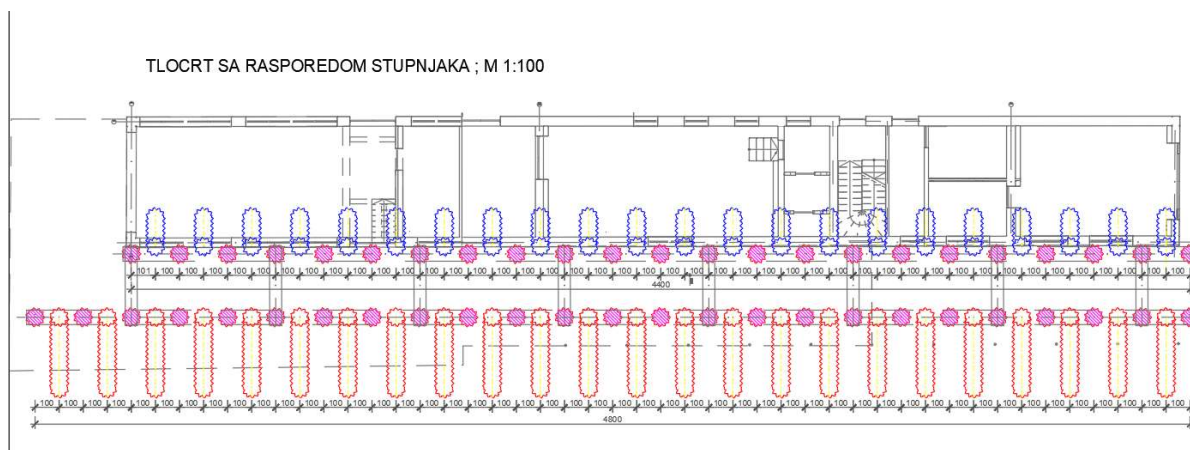
Kako bi se osigurala mehanička otpornost i stabilnost tijekom korištenja objekta projektirano je poduhvaćanje (*underpinning*) svih temeljnih traka mlaznoinjektiranim stupnjacima.

Mlazno injektirani stupnjaci će se izvoditi sa kote formiranog radnog platoa. Radni plato će se morati izvesti nasipavanjem drobljenog kamenog materijala debljine cca 80 cm iznad kote postojeće podne ab ploče. Radni plato se mora podići zbog tehnologije izvođenja (da se dobije minimalnih 30 cm prostora od postojećih zidova). **Postojeća konstrukcija suterena, sa postojećom nadstrešnicom se ruši i gradi se novo.** Nova ploča se spušta za cca 30 cm da se dobije svijetla visina novog prostora 260 cm. Nova stropna ploča tog dijela ostaje na istom nivou, a sve se gradi u istim tlocrtnim gabaritima.

Ukupno je projektirano 94 komada mlazno injektiranih stupnjaka, koji su podijeljeni u 3 skupine prema duljini i kutu izvedbe stupnjaka. Svi stupnjaci su projektiranog promjera 70 cm, na osnom razmaku 100 cm.

- Prva skupina (roza boja): mlazno injektirani stupnjaci duljine 600 cm, vertikalni. Nalaze se ispod nadstrešnice i spremišta na nivou suterena, u dva reda; u prvom redu ih ima 23, a u drugom 25 komada. Mogu se izvoditi s kote postojeće temeljne ploče. Mlazno injektirani stupnjaci se armiraju armaturnom šipkom $\Phi 32$ mm kako bi se povezali sa naglavnom gredom 50 x 60 cm.
- Druga skupina (crvena boja): mlazno injektirani stupnjaci duljine 600 cm, pod kutem od 30° od vertikale. Nalaze se uz drugi red vertikalnih stupnjaka. Druga skupina stupnjaka broji ukupno 24 komada.
- Treća skupina (plava boja): mlazno injektirani stupnjaci duljine 300 cm, pod kutem od 25° od vertikale. Nalaze se sa ispod trakastih temelja zgrade B. Treća skupina stupnjaka broji ukupno 22 komada. Prije izvedbe će biti jalovog bušenja cca 0,8 m kroz radni plato za smještaj stroja.

Tlocrtni raspored stupnjaka te karakteristični presjeci, prezentirani su na grafičkim prilogima ovog projekta, shematski su prikazani u nastavku.



Slika 4. Tlocrtni prikaz izvedbe mlaznoinjektiranih stupnjaka

NAPOMENA: Na terenu se, prije početka radova mora provjeriti dubina postojećih temelja izvedbom raskopa uz temeljnu traku zgrade B, te je potrebno prilagoditi se stanju na terenu ukoliko situacija to zahtijeva.

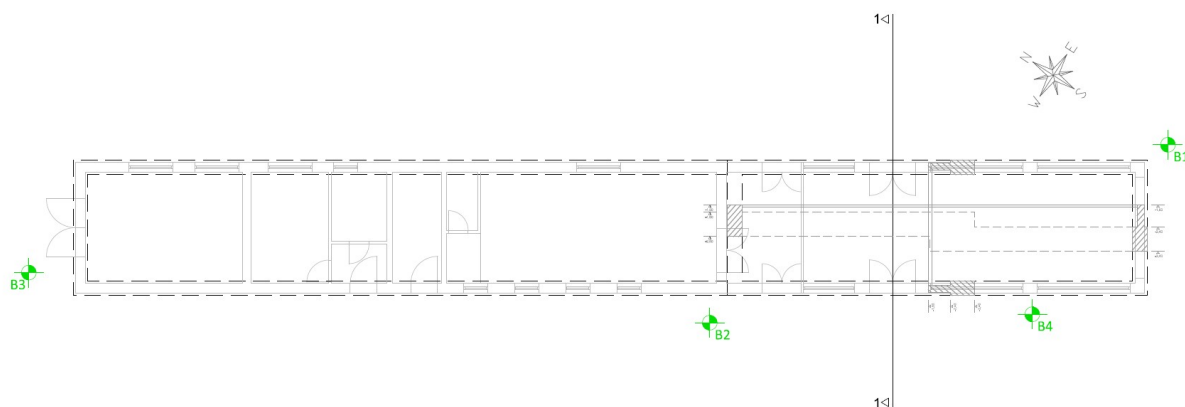
1.6. REFERENCE

Pri izradi ovog glavnog projekta ojačanja postojećih temelja korištena je slijedeće tehnička dokumentacija:

- [1] Glavni arhitektonski projekt, Projekt obnove zgrade za cjelovitu obnovu zgrade, Akademija likovnih umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu, Jabukovac 10, Zagreb, broj projekta CO_203-2023_A, svibanj 2023., Projektant: mr.sc Saša Randić, dipl.ing.arh.
- [2] IZVJEŠĆE O PREGLEDU KONSTRUKTIVNIH OŠTEĆENJA NA ZGRADI AKADEMIJE LIKOVNIH UMJETNOSTI NA ADRESI JABUKOVAC 10 izradio: JAMAIS d.o.o., Vrisnička 10, Zagreb, Franjo Carević, dipl.ing.građ., 07.07.2020. godine
- [3] IZVJEŠĆE O PONOVLJENOM PREGLEDU KONSTRUKTIVNIH OŠTEĆENJA NA ZGRADI AKADEMIJE LIKOVNIH UMJETNOSTI NA ADRESI JABUKOVAC 10 izradio: JAMAIS d.o.o., Vrisnička 10, Zagreb, Franjo Carević, dipl.ing.građ., 16.02.2022. godine
- [4] GEOMEHANIČKI ELABORAT, izradio: TAUS d.o.o., Josipa Jelačića 112, Samobor, Mario Karačić, dipl.ing.građ., svibanj 2022. godine
- [5] Glavni građevinski projekt, Projekt obnove zgrade za cjelovitu obnovu zgrade, GRAĐEVINSKI PROJEKT - PROJEKT SANACIJE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE, broj projekta 020/23, svibanj 2023., Projektant: Ante Grubišić, dipl.ing.građ.

1.7. SASTAV I KARAKTERISTIKE TLA NA LOKACIJI

Za potrebe projektiranja ojačanja temeljnog tla, korišteni su izvedeni geotehnički istražni radovi prikazani u elaboratu [4].



Slika 5. Položaj istražnih bušotina

U slijedećim tablicama dan je pregled sastava temeljnog tla po pojedinim kontrolnim bušotinama.

Na osnovi izvedene četiri geotehničke istražne bušotine i obrade rezultata ustanovljen je sljedeći geotehnički profil tla:

- **Nabačaj (GW/CG)** – Naslage nabačaja sastoje se u gornjem dijelu od dobro graduiranog šljunka, dok se u donjem dijelu (bušotine B1 i B4) sastoje od šljunkovite gline s fragmentima opeke i betona, tamnosmeđe, sivosmeđe i svijetlosive boje. U bušotinama B2 i B3 nije utvrđen horizont nabačaja glinovitog sastava. Debljina nabačaja utvrđena istražnim radovima kreće se od 0,6 m (bušotina B3 u intervalu 0,0-0,6 m) do 3,8 m (bušotina B1 u intervalu 0,0-3,8 m).

- **Glina (CL-CH)** – glina, niske do visoke plastičnosti, srednje gnječive do čvrste konzistencije, smeđe do sivosmeđe boje. Debljina horizonta gline niske do visoke plastičnosti utvrđene istražnim radovima kreću se od 2,8 m (bušotina B1 u intervalu 3,8 – 6,6 m) do >5,4 m (bušotina B3 u intervalu 0,6 – 6,0 m).

- **Prahovita glina (CL-ML)** – prahovita glina, niske plastičnosti, čvrste konzistencije, smeđe boje. Debljine horizonta prahovite gline niske plastičnosti utvrđene istražnim radovima kreću se od >3,3 m (bušotina B2 u intervalu 6,7 – 10,0 m) do >3,4 m (bušotina B1 u intervalu 6,6 – 10,0 m). U bušotinama B3 i B4 nisu utvrđene naslage prahovite gline.

Prilikom istražnog bušenja nije registrirana razina podzemne vode.

Za geostatičke proračune usvajaju se sljedeće mehaničke karakteristike temeljnog tla:

Relativna dubina [m]	tlo	γ_{tla}	E [kN/m ²]	ν	φ	c
0,0 – 0,6 (3,8)	Nabačaj	20,0	10000	0,25	30,0	3,0
0,6 (3,8) – 6,5	CL-CH	19,0	9000	0,25	20,0	25,0
6,5 – 10,0	CL-ML	20,0	15000	0,25	27,0	5,0

1.8. PROJEKTANTSKI NADZOR

Tijekom izvođenja radova je potrebno provoditi projektantski nadzor. Kod ovakvih vrsta geotehničkih zahvata često u fazi izgradnje nastupaju razne okolnosti koje pri projektiranju nisu bile poznate ili predvidive. Ako se odluke ne mogu donijeti na licu mjesta i u kratkom vremenskom periodu kroz upise projektanta u građevinski dnevnik, onda će projektant provesti dopunske analize i dati rješenja putem dopune projekta.

Projektant:

mr.sc.Krešimir Bolanča, dipl.ing.građ.



2. TEHNIČKI UVJETI IZVEDBE, PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

2.1. OPĆENITO

Tehnički uvjeti izvođenja mlaznoinjektiranih stupnjaka u skladu su sa uobičajenim principima projektiranja i izvedbe radova mlaznoinjektiranim stupnjacima i Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije (NN 17/17), normama - HRN EN 1997-1:2012, HRN EN 1997-2:2012 i HRN EN 1997-1:2012/NA:2012 i HRN EN 1997-1:2012/A1:2014 - Geotehničko projektiranje i normom HRN EN 12716:2019 - Izvedba posebnih geotehničkih radova – Mlazno injektiranje.

Oni se mogu nadopuniti ili izmijeniti tijekom samih radova u dogovoru s projektantom i investitorom, ali samo u okvirima predviđenim ovim projektom.

Prilikom izvedbe radova izvođač je dužan pridržavati se u svemu tehničke dokumentacije, nacрта, uputa i proračuna, a radove izvoditi prema opisu troškovničkih stavki, tehničkim propisima i normativima, te važećim standardima.

Mlaznoinjektirani stupnjaci koji se izvode ispod postojećih temelja su trajna konstrukcija sa uporabnim vijekom 50 godina.

Suglasno HRN EN 1991-1, ovisno o vrsti konstrukcije, razlikuju se četiri razreda s različitim proračunskim uporabnim vijekom prema slijedećoj tablici:

Razred	Zahtijevani proračunski uporabni vijek [godine]	Primjer
1	1-5	Privremene konstrukcije
2	25	Zamjenjivi dijelovi konstrukcije, npr. grede pokretnih kranova, ležajevi
3	50	Konstrukcije zgrada ili druge uobičajene konstrukcije (mlaznoinjektirani stupnjaci ispod temelja)
4	100	Monumentalne građevine, mostovi i druge inženjerske konstrukcije

Suglasno ovoj normi konstrukcije koje su predmet ovog projekta treba svrstati u 3. razred što znači da je zahtijevani proračunski uporabni vijek građevine je 50 godina za mlaznoinjektirane stupnjake ispod temelja.

Ova vrijednost usvojena za uporabni vijek predstavlja polazište na osnovi kojega su definirani zahtjevi na beton za privremenu konstrukciju, zahtjevi na izvođenje radova te održavanje konstrukcije.

2.2. OPIS I REDOSLIJED IZVOĐENJA RADOVA

Prilikom izvođenja radova, izvođač je dužan pridržavati se u svemu tehničke dokumentacije, nacрта, uputa, proračuna i sugestija geotehničkog nadzora. Radove treba izvoditi prema opisu troškovničkih stavki, tehničkim propisima i normativima, te važećim standardima.

Izvođenje radova na zaštitnoj konstrukciji, specifičan je posao koji zahtjeva dobru pripremu i organizaciju radova, te dobru međusobnu usklađenost pojedinih faza i vrsta radova. Predmetni radovi na izvedbi ojačanja temeljnog tla sastoje se iz sljedećih aktivnosti:

- pripremni radova
- izrade radnog platoa
- izvedba mlaznoinjektiranih stupnjaka
- izvedba iskopa
- kontrola kvalitete i uspješnosti mjera
- nadzora i izvješća o izvedenim radovima

Sve radove treba izvesti u skladu s projektom te uputama nadzorne službe, glavnog projektanta i projektanta izvedbenog projekta.

2.2.1. PRIPREMNI RADOVI

Plan rada

Da bi se radovi izvodili potrebnom dinamikom, a u skladu s ovim projektom i tehničkim uvjetima, izvođač radova treba izraditi projekt organizacije građenja.

Predmetni projekt treba sadržavati organizaciju i opremu gradilišta, način i dinamiku izvođenja radova, te popis mehanizacije i tehničkih karakteristika opreme.

Projekt organizacije građenja daje se na uvid nadzornom inženjeru koji može tražiti njegovu izmjenu uz odgovarajuće obrazloženje.

Izvođač je dužan prije početka radova odrediti odgovornu osobu za njihovo izvođenje.

Uvjeti na terenu

Da bi se upoznali uvjeti na terenu, izvođač radova treba obići i pregledati lokaciju objekta. Pitanje pristupa lokaciji riješiti će investitor. Uređenju gradilišta, kao i kretanju po samom gradilištu treba posvetiti naročitu pažnju.

Prije početka izvedbe mlaznoinjektiranih stupnjaka neophodno je na mjestima izvođenja isključiti ili izmjestiti sve podzemne instalacije koje bi mogle izazvati eventualnu nesreću (struja, plin) te one koje bi mogle ugroziti stabilnost (vodovod i kanalizacija).

Pripremni radovi (u smislu tehničkih uvjeta izvedbe) obuhvaćaju sljedeće:

- izrada plana rada
- organizacija gradilišta
- geodetski radovi (iskolčenja osi i gabarita predmetnog objekta)

2.2.2. GEODETSKI RADOVI

Geodetski radovi obuhvaćaju iskolčenje svih relevantnih podataka kojima se podaci iz ovog projekta prenose na gradilište.

Iskolčenje treba izvršiti s točnošću $\pm 1,0$ cm visinski i položajno. Osnovne elemente iskolčenja potrebno je osigurati. Nacrti koji su sastavni dio ovog projekta, a odnose se na iskolčenje, samo su orijentacioni. Prije početka radova na izvođenju prema ovom projektu, potrebno je izvršiti verifikaciju svih iskolčenih podataka.

Prije početka radova, naručitelj zapisnički predaje izvođaču sve potrebne elemente za iskolčenje. Datum primopredaje zapisnika ovjerenog od strane izvođača, naručitelja i projektanta, upisuje se u građevinski dnevnik.

Izvođač radova obavezan je za vrijeme građenja kontinuirano prati ispravnost iskolčenih točaka. Nestale ili oštećene pojedine točke za vrijeme izvođenja, izvođač će obnoviti na vlastiti trošak.

2.3. IZVEDBA MLAZNOINJEKTIRANIH STUPNJAKA PROMJERA Φ 70 cm

2.3.1. OPIS TEHNOLOGIJE

Projektirani su mlaznoinjektirani stupnjaci $\Phi 70$ cm, duljine 3,0 m i 6,0 m. Izvode se jednofluidnom tehnologijom. Svi stupnjaci se izvode sa kote nasutog radnog platoa (prema nacrtu 5.2. presjeka u prilogu projekta).

Prema pretpostavkama dubina temelja zgrade B je otprilike na razini temeljnje ploče objekta suterena, no stvarno stanje se treba utvrditi prije početka izvedbe mlazno injektiranih stupnjaka. Ukoliko bude potrebno bušenje za izvedbu mlazno injektiranih stupnjaka se može izvoditi kroz postojeću ab ploču suterena, a može se i njen dio uz temelje zgrade B 'odštemati' da se ne mora bušiti kroz beton. Mlazno injektirani stupnjaci se armiraju armaturnom šipkom $\Phi 32$ mm kako bi se povezali sa naglavnom gredom 50 x 60 cm.

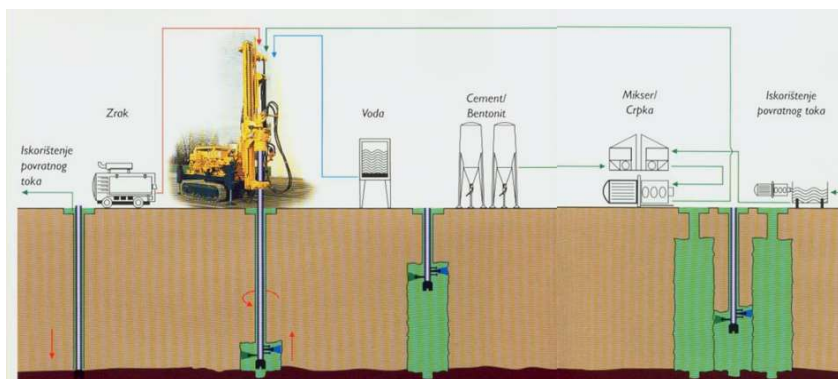
Postupkom mlaznog injektiranja određeni volumen tla pretvara se u zemljani mort pri čemu se razbija struktura tla pomoću visokoenergetskog mlaza tekućine (cementna suspenzija). Istovremeno se čestice tla miješaju s cementnom suspenzijom i zapunjuju zahvaćeni prostor. Višak nastale mješavine izlazi uz stijenke bušotine na površinu.

Promjer razarajućeg djelovanja mlaza u tlu kreće se do 2,5 m u ovisnosti o vrsti tla, načinu izvođenja i primjenjenoj tekućini.

Postupak izvođenja mlaznog injektiranja se s obzirom na ojačanje i brtvljenje tla uspješno primjenjuje u svim vrstama tla, uključujući i glinu te organske slojeve. Injektiranje se vrši od dna izvedene bušotine prema gore.

Brzinom podizanja pribora i kontrolom pritiska postiže se jednoliko radijalno penetriranje injekcijske smjese u tlo. Time se u tlu formiraju valjkasta tijela znatno boljih mehaničkih karakteristika od tretiranog tla.

Postupak izvođenja mlaznog injektiranja provodi se u 4 faze: bušenje, rezanje, soilcretiranje i proširenje (slika 6.).



Slika 6. Redoslijed izvođenja postupka mlaznog injektiranja

Veličina, odnosno promjer prodiranja u tlo ovisi prvenstveno o geotehničkim karakteristikama tla i primjenjenim pritiscima. Očekivani promjer mlaznoinjektiranih stupova koji prvenstveno ovisi o geotehničkim karakteristikama tla iznosi cca $d = 70 \text{ cm}$.

Bušenje tla vrši se bušačim šipkama s nosačem mlaznica i bušačom krunom. U pravilu mlaz smjese podupire sam postupak i održava stjenke bušotine oko šipki radi lakšeg povrata suspenzije za bušenje.

Razaranje strukture tla započinje na najdubljem dijelu predviđenog mlazno injektiranog stupa pod kutom od 90° u odnosu na bušaču os, pomoću visoko energetskog tekućeg mlaza. Višak smjese, tj. zemljanog morta (voda-tlo-cement) teče uz prstenasti otvor bušotine na površinu. Unaprijed određeni parametri rada stalno se kontroliraju.

Kod svih vrsta postupaka, istovremeno sa razaranjem tla, dodaje se cementna suspenzija pod pritiskom koja se u području rada (in situ) optimalno miješa, uslijed turbulencija stvorenih samim postupkom. Tako izvedena mlazno injektirana tijela dostižu gustoću od $1,4$ do $1,9 \text{ t/m}^3$ te svojom visokom gustoćom podupiru zapunjeni prostor do vlastitog učvršćenja.

Nakon stvrdnjavanja injektirajućeg morta dolazi do ojačanja temeljnog tla koje ima statički povoljna svojstva, a čvrstoća injektiranog tijela iznosi oko 5 do 15 N/mm^2 što ovisi o vrsti tla te količini cementnog dijela u masi ojačanog tla.

Ovisno o konkretnom zadatku ovim postupkom tlo se ojačava ili brtvi. Međutim, moguće su i kombinacije ovih dvaju svojstava. Svojstvo brtvljenja, odnosno vodonepropusnosti injektiranog tijela postiže se dodavanjem odgovarajućih materijala suspenziji te prema potrebi i bentonita.

Postupak izvođenja mlaznog injektiranja nije štetan za okoliš, te je od nadležnih vodoprivrednih ustanova dozvoljena njegova uporaba i u podzemnoj vodi. Detaljnije o mlaznom injektiranju može se naći u radovima: Shibasaki i Ohta, 1982.; Bell, 1993. te Burke i Koelling, 1995.

Tijekom izvođenja radova potrebno je za projektne parametre mlaznog injektiranja mjeriti i bilježiti potrošnju injekcijske smjese.

Projektne parametri dani su na osnovi podataka o sastavu i karakteristikama tla i prema potrebnoj kvaliteti stupnjaka, pri čemu su korišteni iskustveni računski obrasci (dijagrami) za ovakvu vrstu rada.

Postupak rada je sljedeći:

- Iskolčenje osi i položaja bušotina s točnošću od cca $\pm 1 \text{ cm}$.
- Postavljanje bušačkog pribora u centar budućeg injektiranog stupa te bušenje do predviđene dubine. Prilikom bušenja treba konstatirati kroz koje materijale se prolazi.

- Po dosizanju konačne dubine počinje se mlaznim injektiranjem pri čemu će se formirati mlazno injektirano tijelo u tlu koje nazivamo stupnjak.
- Pri dnu bušačkog pribora nalaze se dvije mlaznice koje imaju otvore okomito na os bušačkog pribora. Pribor se rotira uz istovremeno injektiranje cementnom suspenzijom pod pritiskom od predvidivo 400 bara. Nakon injektiranja od predvidivo 15 s (minimalno dva puna okretaja mlaznica) pribor se podiže za 6-8 cm, a postupak se ponavlja sve dok se ne izvede stup u predviđenoj visini (otprilike do iznad kote dna naglavnog bloka).
- Osnovni kriterij kod mlaznog injektiranja je uvjet da se po m' stupnjaka ugradi min 220-250 kg cementa (oko 250 l injekcijske smjese).

NAPOMENA: Mlazinoinjektirane stupnjake ispod budućeg objekta suterena potrebno je obiti („štemati“) i napraviti ravnu podlogu za novu armiranobetonsku ploču prema projektu konstrukcije.

2.3.2. POČETNI PARAMETRI MLAZNOG INJEKTIRANJA

Početni parametri mlaznog injektiranja su:

- tlak injektiranja	cca 400 bara
- utrošak suhe tvari injekcijske smjese po m' stupnjaka $\Phi 70$ cm	min 220-250 kg
- vodocementni faktor	1:1
- broj mlaznica	2
- promjer mlaznica	2 mm
- visina podizanja pribora	6-8 cm
- trajanje injektiranja na nivou	15 sek
- minimalno dva okretaja na nivou	2 okr/inkr

Visinu podizanja pribora odnosno brzine podizanja (kad se radi sa kontinuiranim dizanjem a ne u inkrementima), kao i vremena trajanja injektiranja na nekom nivou treba odrediti ovisno o opremi koja se koristi za provedbu mlaznog injektiranja (broj mlaznica, kapacitet opreme-pumpe i dr.). U slučaju da se koristi oprema koja radi po principu podizanja pribora u inkrementima uvjet rada je da imamo najmanje dva puna okreta pribora na svakom horizontu.

Uz pretpostavku inkrementa podizanja pribora $\Delta = 6-8$ cm (rad s dvije mlaznice), injektiranje na nekom nivou trajalo bi približno 15 sek.

Očekivana prosječna tlačna čvrstoća stupnjaka (zemljobetonske – soil-crete) izvedenog jednofluidnim sustavom u sitnozrnim tlima je oko 5 MPa, a u krupnozrnim tlima je oko 10-15 MPa (knjiga „Mlazno injektiranje“, Conex 1997., str 9, tablica 3).

2.3.3. INJEKCIJSKA SMJESA

Mlazno injektiranje izvodi se smjesama na bazi cementa. Predviđa se korištenje cementa CEM II, 42,5 N. Predviđeni vodocementni faktor (w/c) je 1,0.

Injekcijska smjesa je sljedećeg sastava:

- cement	1000 kg
----------	---------

- voda 1000 l

Tijekom rada, a ovisno o primanjima, moguće su manje korekcije o čemu će odluku donijeti voditelj tehničkog nadzora ili projektant.

Cement

Za spravljanje betona i injekcijske smjese treba koristiti cement CEM II 42,5 N.

Izvođač radova je dužan pribaviti odgovarajuće dokumente o sukladnosti cementa s traženim svojstvima prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN 17/17). Cijela količina cementa treba potjecati od istog proizvođača.

Količina cementa po m³ gotovog betona ne smije biti manja od 250 kg.

Cement mora zadovoljavati zahtjeve prema normi: HRN EN 197-1; HRN EN 197-2.

Voda

Voda za pripremu betona treba biti čista i bez štetnih sastojaka, što se potvrđuje atestom. Ako se upotrebljava obična voda za piće, nije potreban atest da kvaliteta odgovara propisanom. Voda za pripremu betona mora zadovoljavati zahtjeve prema normama: HRN EN 206-1, HRN EN 1008.

Kemijski dodaci

Mogu se rabiti kemijski dodaci koji zadovoljavaju uvjete norme HRN EN 934.

Kemijski dodaci koji nisu uvjetovani navedenom normom mogu se rabiti samo uz odgovarajuće tehničko dopuštenje nadležnog ministarstva ili institucije koju to ministarstvo ovlasti.

Mineralni dodaci

Pod pojmom mineralnih dodataka razlikuju se:

- gotovo inertni mineralni dodaci (tip I)
- pucolanski ili latentno hidraulični mineralni dodaci (tip II)

Od mineralnih dodataka tipa I mogu se rabiti:

- fileri koji zadovoljavaju uvjete norme EN 12620
- pigmenti koji zadovoljavaju uvjete norme HRN EN 12878

Od mineralnih dodataka tipa II mogu se rabiti:

- lebdeći pepeo koji zadovoljava uvjete norme HRN EN 450
- silikatna prašina koja zadovoljava uvjete norme HRN EN 13263

2.3.4. OPREMA

Radovi se izvode na otvorenom prostoru pa nema ograničenja što se tiče dimenzija strojeva i opreme.

Izvođač je dužan na gradilištu instalirati injektore s kojima će moći udovoljiti kriterijima predviđenih smjesa, radnih i završnih pritisaka, te količina predviđenih za ugradnju.

Strojevi za pripremu smjese za injektiranje moraju omogućiti dobivanje odgovarajućih smjesa i kontinuiranu primjenu prema zahtjevima ovog projekta.

Mjerni uređaji (manometri) moraju biti ispravni i baždareni.

Sva mehanizacija i oprema s kojima će izvođač obavljati radove mora odgovarati zahtjevima zaštite na radu (HTZ).

2.4. KONTROLA KVALITETE INJEKCIJSKE SMJESE

Kontrola kvalitete provodi se sukladno važećim propisima i normama. Izvođač treba posjedovati dokumente o sukladnosti svih ugrađenih materijala. Kontrola kvalitete se provodi za komponentne materijale kao i za pripravke – injekcijska smjesa. Prethodnim laboratorijskim ispitivanjem određuju se njihovi sastavi a kontrolnim ispitivanjem provjeravaju se potrebni parametri sukladno projektnim zahtjevima.

Laboratorijska ispitivanja injekcijskih smjesa, prema normama HRN EN 445:2000 i HRN EN 447:2000, obuhvaćaju:

- prethodna ispitivanja
- kontrolna ispitivanja

Prethodna ispitivanja služe za određivanje recepture smjese pri čemu je potrebno provjeriti:

- fizikalna i mehanička svojstva cementa
- protočnost
- izdvajanje vode
- vrijeme vezivanja
- volumne deformacije
- tlačnu čvrstoću nakon 7,14 i 28 dana

Kontrolna ispitivanja obuhvaćaju ispitivanje kvalitete smjese za injektiranje, a obuhvaćaju sva navedena ispitivanja.

Odnos između čvrstoća uzoraka od 7, 14 i 28 dana mora se prethodno odrediti u laboratoriju za predviđenu recepturu injekcijske smjese. Navedenim ispitivanjima treba utvrditi promjenu volumena injekcijske smjese tijekom očvršćavanja, te da nakon 28 dana postiže srednju čvrstoću na uzorku 20 MPa.

Protočnost

Protočnost morta za injektiranje za vrijeme injektiranja treba biti dovoljno visoka da se može uspješno pumpati i dovoljno niska da se istisne zrak ili voda. Prema normi HRN EN 445:2000 se ispituje metodom uranjanja ili lijevkom (Marsh-ov lijevak).

Izdvajanje vode

Izdvajanje vode (bleeding) morta za injektiranje treba biti dovoljno nizak da se spriječi pretjerana segregacija i slijeganje sastojaka morta. Metode ispitivanja su opisane u točki 3.4 norme HRN EN 445:2000. Ispitivanje se sastoji od mjerenja količine vode preostale na površini morta za injektiranje koji je bio zaštićen od isparavanja.

Volumne deformacije

Volumne deformacije koje se odrede mogu biti smanjenje ili povećanje volumena. Metode ispitivanja su opisane u točkama 3.4.2 ili 3.4.3 norme HRN EN 445:2000. Ispitivanjem se mjeri uglavnom promjena obujma uzrokovana segregacijom ili bujanjem.

Tlačnu čvrstoća nakon 7, 14 i 28 dana

Tlačna čvrstoća morta za injektiranje može se odrediti na uzorcima oblika i dimenzija danih u tablici 2 norme HRN EN 447:2000 koristeći odgovarajući postupak dan u tablici. U oba slučaja tlačna čvrstoća treba biti ne manja od 20 MPa za starost 28 dana, ili 10 MPa za starost 7 dana ako je osnovana na proračunu vjerojatne 28-dnevne iz 7-dnevne čvrstoće.

2.5. OPAŽANJA SLIJEGANJA OBJEKATA

Geodetsko praćenje slijeganja

Kako bi se u svakom trenutku moglo kontrolirati ponašanje postojećih temelja i mlaznoinjektiranih stupnjaka pod vertikalnim opterećenjem, na vrhu stupnjaka i na dnu postojećih temelja potrebno je ugraditi geodetske repere i opažati vertikalne pomake s točnošću ± 1 mm.

Predviđena je ugradnja 4 repere, točan položaj će se definirati tokom izvođenja.

Dinamika opažanja

Opažanje pomaka pomoću geodetskog mjerenja obavlja se za vrijeme izvedbe (predvidivo 3 mjeseca). Učestalost opažanja je u prosjeku 2 puta mjesečno, a obvezatno nakon izvedbe pojedine faze. Nakon izvedbe temeljne ploče učestalost svih mjerenja može se smanjiti na 1 puta mjesečno do završetka objekta. Za svaku grupu mjerenja, ovisno o rezultatima, naknadno će se prema potrebi odrediti nova dinamika, odnosno završetak mjerenja.

Sve mjerene rezultate potrebno je ubilježiti u prikladne obrasce, sistematizirati i obraditi te ažurno dostavljati glavnom inženjeru, projektantu i nadzornom inženjeru.

2.6. NAGLAVNA GREDA

2.6.1. TESARSKI RADOVI

Tesarski radovi obuhvaćaju izradu oplata i eventualno potrebnu podupirajuću konstrukciju. Sve tesarske radove trebaju izvoditi iskusni i kvalificirani radnici.

Oplata mora biti tako izvedena i stiješnjena da ne dopušta otjecanje finog cementnog morta. Oplata treba biti tako izvedena da osigura dobro brtvljenje i da spriječi pomake i deformacije.

2.6.2. BETONSKI RADOVI

Svi betonski radovi trebaju biti u skladu s „Tehnički propis za građevinske konstrukcije“ (NN br. 17/17, 75/20:07/20).

Betoniranje se izvodi betonom C 25/30 i u dvostranoj oplati. Zbijanje betona izvodi se s visokofrekventnim igličastim vibratorom.

Svježi beton potrebno je zaštititi od sunca, smrzavanja, potresanja i drugih negativnih utjecaja a očvrsli od preranog opterećenja.

Materijale koji će se ugrađivati prethodno treba provjeriti da li zadovoljavaju uvjete za ugradnju ili trebaju imati ateste proizvođača.

Beton:

Razred čvrstoće: C 25/30

Cement:	CEM II 42,5 N
Maksimalna veličina zrna:	$d_{max} = 16 \text{ mm}$
Minimalna količina cementa:	$g_{min} = 280 \text{ kg/m}^3$
Vodocementni faktor:	$v/c = 0,51 - 0,55$ (uz uporabu super-plastifikatora)
Razred konzistencije betona:	S-4 (16-21 cm zbog tehnologije ugradnje)

Za pripremanje betona upotrijebit će se prirodni agregat aluvijalnog porijekla ili dobiven drobljenjem kamena maksimalne veličine zrne 16 mm. Agregat mora zadovoljavati zahtjeve prema normi HRN EN 12620. Cement mora zadovoljavati zahtjeve prema normi: HRN EN 197-1 i HRN EN 197-2. Voda za pripremu betona mora zadovoljavati zahtjev prema normama: HRN EN 206-1 i HRN EN 1008 ako se ne koristi obična voda za piće iz vodovoda. Program kontrole i osiguranja kvalitete definiran je Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20:07/22) a potvrđivanje sukladnosti betona se provodi prema kriterijima norme HRN EN 206-1 i prema Pravilniku o ocjenjivanju sukladnosti ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN 103/08, 147/09, 87/10 i 129/11).

2.6.3. ARMIRAČKI RADOVI

Armatura naglavne grede će se izvesti čelika B500B, prema planovima savijanja armature. Svi čelični profili moraju imati zagarantiranu zavarljivost. Ne smije imati nikakvih nedostataka, mjehura, pukotina ili vanjskih oštećenja. Sve vrste čelika moraju imati kompaktnu homogenu strukturu. Prije postavljanja armatura se mora očistiti od prljavštine, masnoće, ljuskica, korozije i sl. Predviđena je ugradnja rebrastog čelika B500B.

Prije početka betoniranja nadzorni inženjer treba pregledati armaturu, te upisom u građevinski dnevnik konstatirati da u svemu odgovara projektu.

2.7. NAGLAVNA GREDA

Naglavna greda dimenzija 50 x 60 cm povezuje stupnjake uzdužno i poprečno. U poprečnom smjeru se povezuju svaki četvrti stupnjak (prema nacrtima u prilogu). Armatura je kvalitete B500B. Naglavna greda se armira glavnom armaturom $8\phi 16 \text{ cm}$ i jednoreznim vilicama $\phi 10/20 \text{ cm}$.

Zahtjevi na beton naglavne grede

Razred tlačne čvrstoće:	C25/30
Maksimalna veličina zrna:	$d_{max} = 32 \text{ mm}$
Minimalna količina cementa:	320 kg/m^3
Maksimalni vodocementni faktor:	$v/c = 0,55$
Razred konzistencije betona (prema normi HRN EN 12350-2):	S-3
Najmanja debljina zaštitnog sloja betona:	40 mm

2.8. NADZOR I IZVJEŠĆE O IZVEDENIM RADOVIMA

Tijekom izvođenja radova je potrebno provoditi geotehnički nadzor kroz cijelo vrijeme gradnje koji treba osigurati da se radovi izvode u skladu sa ovim projektom, tehničkim uvjetima i projektnim specifikacijama.

U tom smislu nadzor se odnosi na potvrđivanje sukladnosti svojstava proizvoda i materijala koji se ugrađuju i na nadzor nad izvedbom radova. U slučaju manjih odstupanja i ako je odluke potrebno donositi na licu mjesta i u kratkom vremenskom periodu kroz upise u građevinski dnevnik nadzor to može riješiti, ali u dogovoru sa projektantom.

Investitor je dužan osigurati stalni stručni geotehnički nadzor ovlaštenog inženjera koji ima iskustva na izvođenju ovakvih radova.

2.9. PROJEKTANTSKI NADZOR

Tijekom izvođenja radova je potrebno provoditi projektantski nadzor. Kod ovakvih vrsta geotehničkih zahvata često u fazi izgradnje nastupaju razne okolnosti koje pri projektiranju nisu bile poznate ili predvidive. Ako se odluke ne mogu donijeti na licu mjesta i u kratkom vremenskom periodu kroz upise projektanta u građevinski dnevnik onda će projektant provesti dopunske analize i dati rješenja putem dopune projekta.

Projektant:

mr.sc.Krešimir Bolanča, dipl.ing.građ.



3. TROŠKOVNIK

Red. br.	Opis stavke	Teh. specif.	jedinica mjere	količina	jed. Cijena (eur)	cijena (eur)
RADOVI OJAČANJA TEMELJNOG TLA:						
1.0. PRIPREMNI RADOVI						
1	Pripremni radovi za izvođenje geotehničkih radova mlazno injektiranih stupnjaka: - transport i instalacija strojeva za bušenje i opreme za mlazno injektiranje- organizacija gradilišta. Obračun po kompletu izvršene stavke.	T. 1.1.				
			kom	1	9.000,00	9.000,00
2	Čišćenje, utovar i odvoz povratne cementne suspenzije prilikom izvođenja mlazno injektiranih stupnjaka. Predviđa se količina od 20% volumena mlaznoinjektiranih stupnjaka. Obračun po m3 zbrinute cementne suspenzije.	T. 1.2.				
			m ³	40,00	15,00	600,00
3	Iskolčenje osi mlazno injektiranih stupnjaka. Obračun po komadu iskolčenog stupnjaka.	T. 1.3.				
			kom	94	3,15	296,10
UKUPNO 1.0. PRIPREMNI RADOVI:						9.896,10
2.0. MLAZNO INJEKTIRANI STUPNJACI						
1	Izvedba bušotina kroz postojeće amiranobetonske temelje. Obračun po m' izvedene bušotine.	T. 2.1.				
	TIP III - kosi stupnjaci: 22kom x 0,2 m		m ¹	4,40	121,50	534,60
2	Izvedba bušotina specijalnom geotehničkom bušilicom za izvedbu mlazno injektiranih stupnjaka . Izvedba mlaznoinjektiranih stupnjaka nazivnog promjera 70 cm, sa minimalno 180 kg cementa po m' stupnjaka.	T. 2.2.				
	TIP I - vertikalni stupnjaci: 48 kom x 6,0 m		m ¹	288,00	18,00	5.184,00
	TIP II - kosi stupnjaci: 25 kom x 6,0 m		m ¹	150,00	18,00	2.700,00
	TIP III - kosi stupnjaci: 22 kom x 3,0 m		m ¹	66,00	18,00	1.188,00

3	Dobava, doprema i ugradnja armaturnih šipki promjera fi 32 mm, kvalitete čelika B500B. Duljina čeličnih šipki ovisi o tipu mlazno injektiranog stupnjaka u koji se ugrađuje. Obračun po m' ugrađene armature.	T. 2.3.				
	TIP I i II- vertikalni i kosi stupnjaci: 146 kom x 6 m		m ¹	438,00	5,85	2.562,30
	TIP III - kosi stupnjaci: 22 kom x 3 m		m ¹	66,00	5,85	386,10
4	Frezanje mlaznoinjektiranih stupnjaka u debljini do 20 cm. Utovar i odvoz materijala na trajnu deponiju.					
	a) Frezanje. Obračun po m ² frezane površine.		m ²	100,00	41,85	4.185,00
	b) Utovar i odvoz materijala na trajnu deponiju. Obračun po m ³ odveženog materijala.		m ³	25,00		0,00
UKUPNO: 2.0. MLAZNO INJEKTIRANI STUPNJACI						16.740,00
3.0 OSTALI RADOVI						
1	Prethodna i kontrolna ispitivanja injekcione smjese za stupnjake te izrada izvještaja. Obračun po kompletu izvršene usluge.	T. 3.1.				
			kom	1	1.350,00	1.350,00
2	Projektne aktivnosti Projektantski nadzor za vrijeme izvođenja radova (predviđeno 5 izlazaka) i izrada izvještaja. Obračun po kompletu izvršene usluge.	T. 3.2.				
			kom	1	4.000,00	4.000,00
UKUPNO: 3.0. OSTALI RADOVI						5.350,00
4.0 NAGLAVNA GREDA						
1	Izvedba armiranobetonske naglavne grede dimenzija 50x60 cm betonom razreda čvrstoće C25/30. U stavku je uračunato uređenje vrhova mlaznoinjektiranih stupnjaka, izrada dvostrane oplata za naglavnu gredu, armiranje, te betoniranje. Armiranje grede se izvodi prema nacrtima u projektu. Na 1 m' naglavnice ide 0,30 m ³ betona i 20,30 kg armature. Obračun po m' izvedene naglavne grede.	T. 4.1.				
			m'	128	68,00	8.704,00
UKUPNO: 4.0. NAGLAVNA GREDA						8.704,00

	REKAPITULACIJA RADOVA OJAČANJA TEMELJNOG TLA:					
1.	PRIPREMNI RADOVI:					9.896,10
2.	MLAZNO INJEKTIRANI STUPNJACI:					16.740,00
3.	OSTALI RADOVI:					5.350,00
4.	NAGLAVNA GREDA					8.704,00
	UKUPNO OJAČANJE TEMELJNOG TLA:					40.690,10

Projektant:

Projektant:
mr.sc.Krešimir Bolanča, dipl.ing.građ.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
mr.sc. Krešimir Bolanča
dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 3501

Izradio: **KREŠO GEO d.o.o.**
Jablanska ulica 54, 10 000 Zagreb

Građevina: **Akademija likovnih umjetnosti u Zagrebu –
nastavnički odsjek Jabukovac 10, 10000 Zagreb**
k.č.br. 803/1, k.o. Centar

Vrsta projekta (razina i struka): **IZVEDBENI PROJEKT OJAČANJA TEMELJNOG TLA**
Zajednička oznaka projekta: **CO_203-2023**

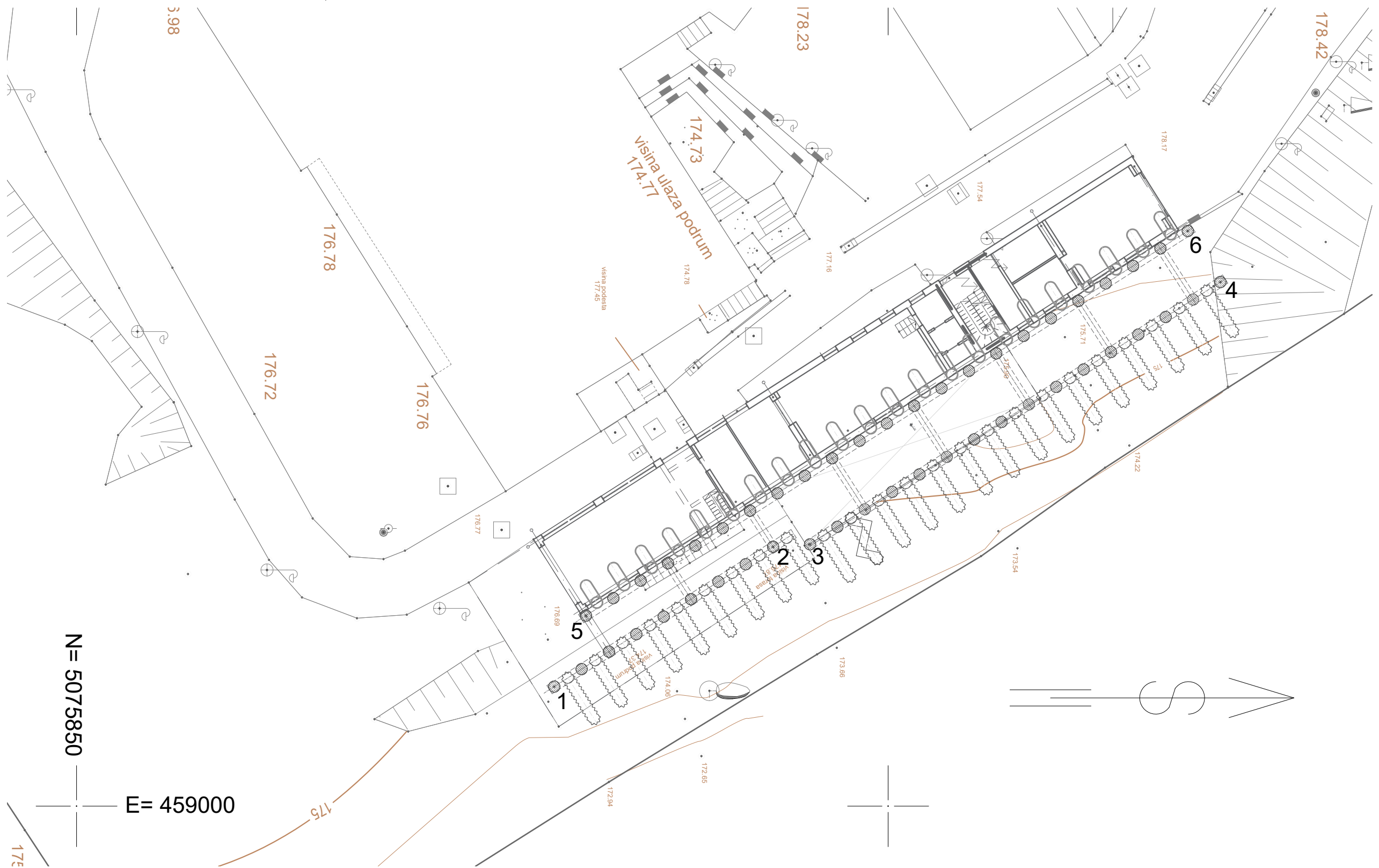
Broj projekta: **792-2/2023**

4. NACRTI


4.1. Situacija iskolčenja 1 nacrt
4.2. Tlocrt sa rasporedom stupnjaka 1 nacrt
4.3. Presjek A-A i B-B 1 nacrt
4.4. Armatura naglavne grede 1 nacrt

Mjesto i datum: Zagreb lipanj 2023.

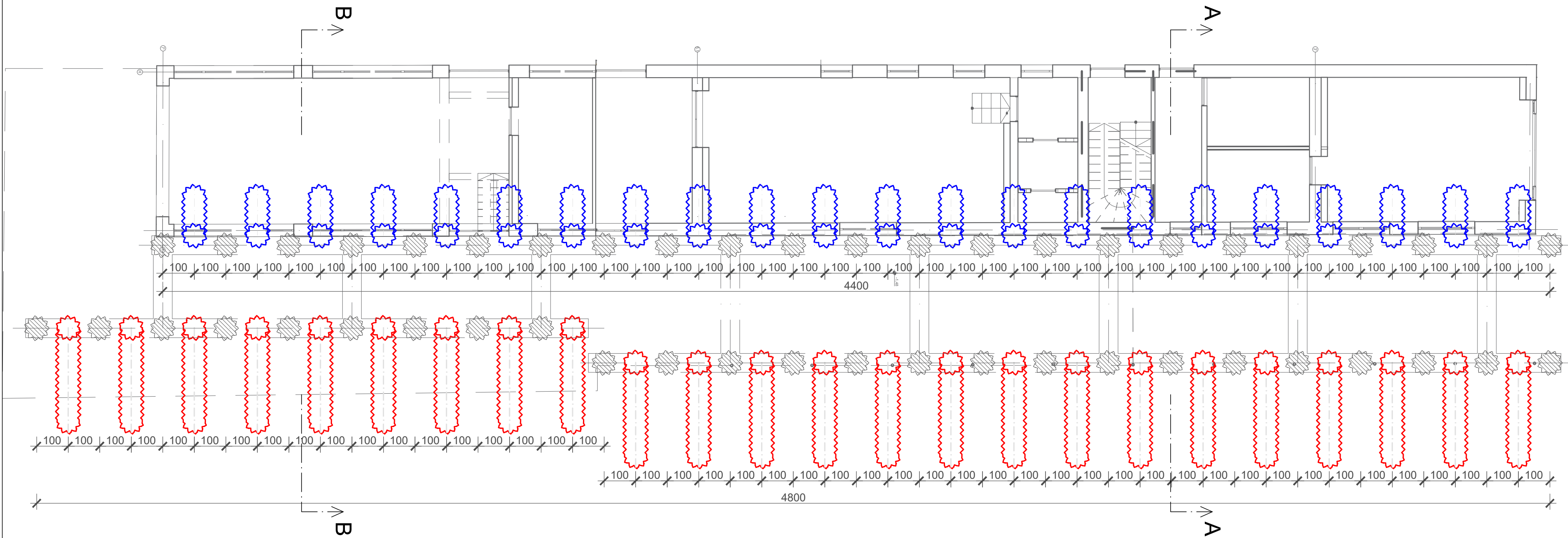
SITUACIJA ISKOLČENJA ; M 1:250



	X	Y
1	458992,64	5075879,43
2	458984,02	5075892,91
3	458983,87	5075895,19
4	458967,72	5075920,47
5	458989,26	5075881,38
6	458964,57	5075918,46

INVESTITOR: AKADEMJA LIKOVNIH UMJETNOSTI SVEUČILIŠTA U ZAGREBU, Ilica 85, 10000 Zagreb OIB 95847257607 NARUČITELJ: TRINAS INŽENJERING d.o.o. Dubrovačka 14, 31000 Osijek OIB 05774769538 GRAĐEVINA: PROJEKT OBNOVE ZGRADE ZA CJELOVITU OBNOVU ZGRADE, GRAĐEVINSKI PROJEKT- PROJEKT OJAČANJA TEMELJNOG TLA k.č.br. 803/1, k.o. Centar VRSTA PROJEKTA: Izvedbeni projekt	MAPA: MAPA 9 PROJEKT OJAČANJA TEMELJNOG TLA	SADRŽAJ: SITUACIJA ISKOLČENJA	 KREŠO GEO d.o.o. Jablanska ul. 54, 10 000, Zagreb BROJ PROJEKTA/OZNAKA EVIDENCIJE: 792-2/2023 BROJ PRILOGA: 4.1.
	PROJEKTANT: mr.sc.Krešimir Bolanča, dipl.ing.građ. GLAVNI PROJEKTANT: mr.sc.Saša Randić, dipl.ing.arh.	MUJERILO: 1:250	
		ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA: CO-203-2023	
		DATUM: lipanj, 2023.	

TLOCRT SA RASPOREDOM STUPNJAKA ; M 1:100



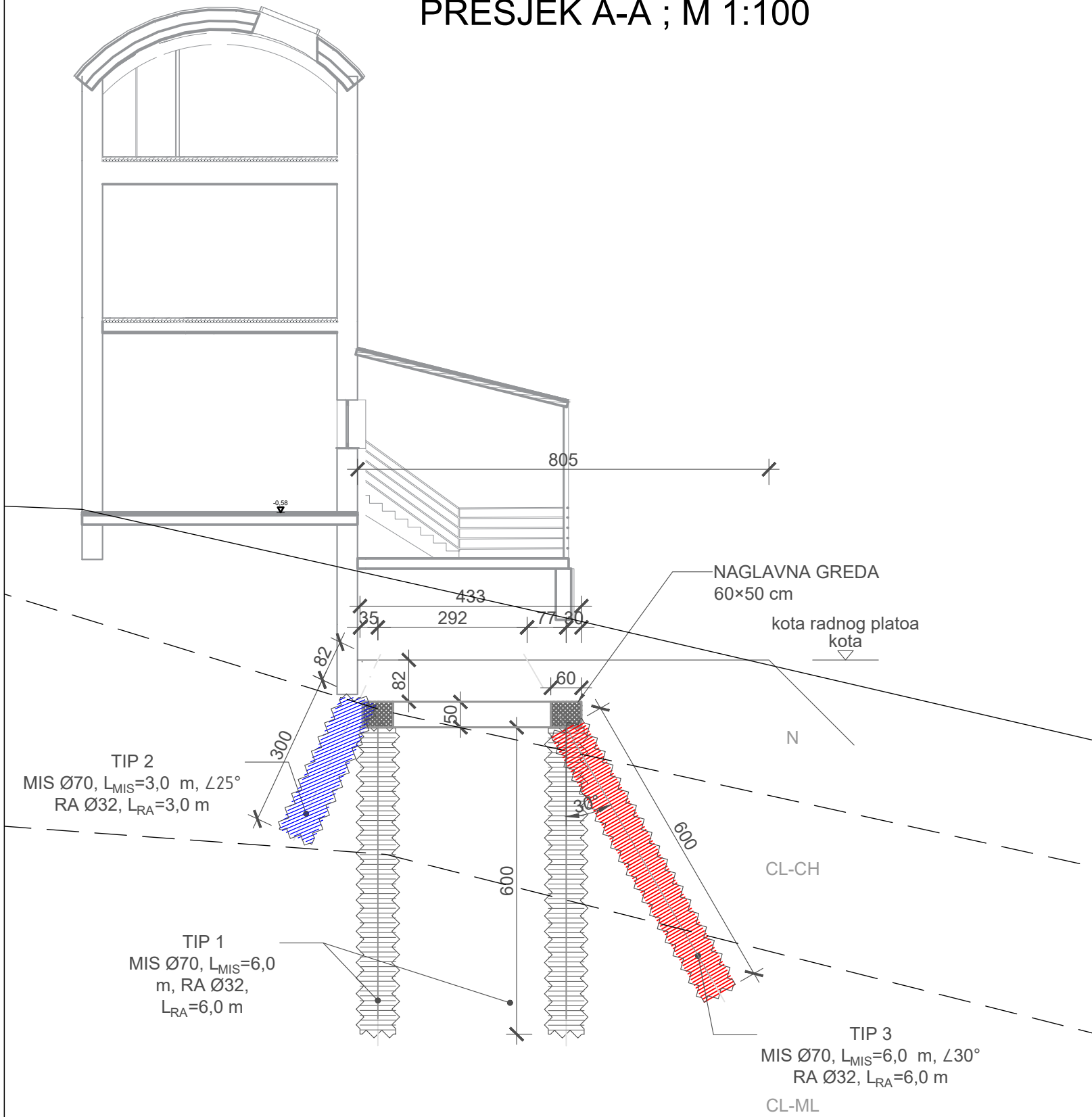
LEGENDA:

- TIP 1 - vertikalni MIS Ø70, $L_{MIS}=6,0$ m, 48 kom, RA Ø32, $L_{RA}=6,0$ m
- TIP 2 - kosi MIS Ø70, $L_{MIS}=6,0$ m, $\angle 30^\circ$, 24 kom, RA Ø32, $L_{RA}=6,0$ m
- TIP 3 - kosi MIS Ø70, $L_{MIS}=3,0$ m, $\angle 25^\circ$, 22 kom, RA Ø32, $L_{RA}=3,0$ m

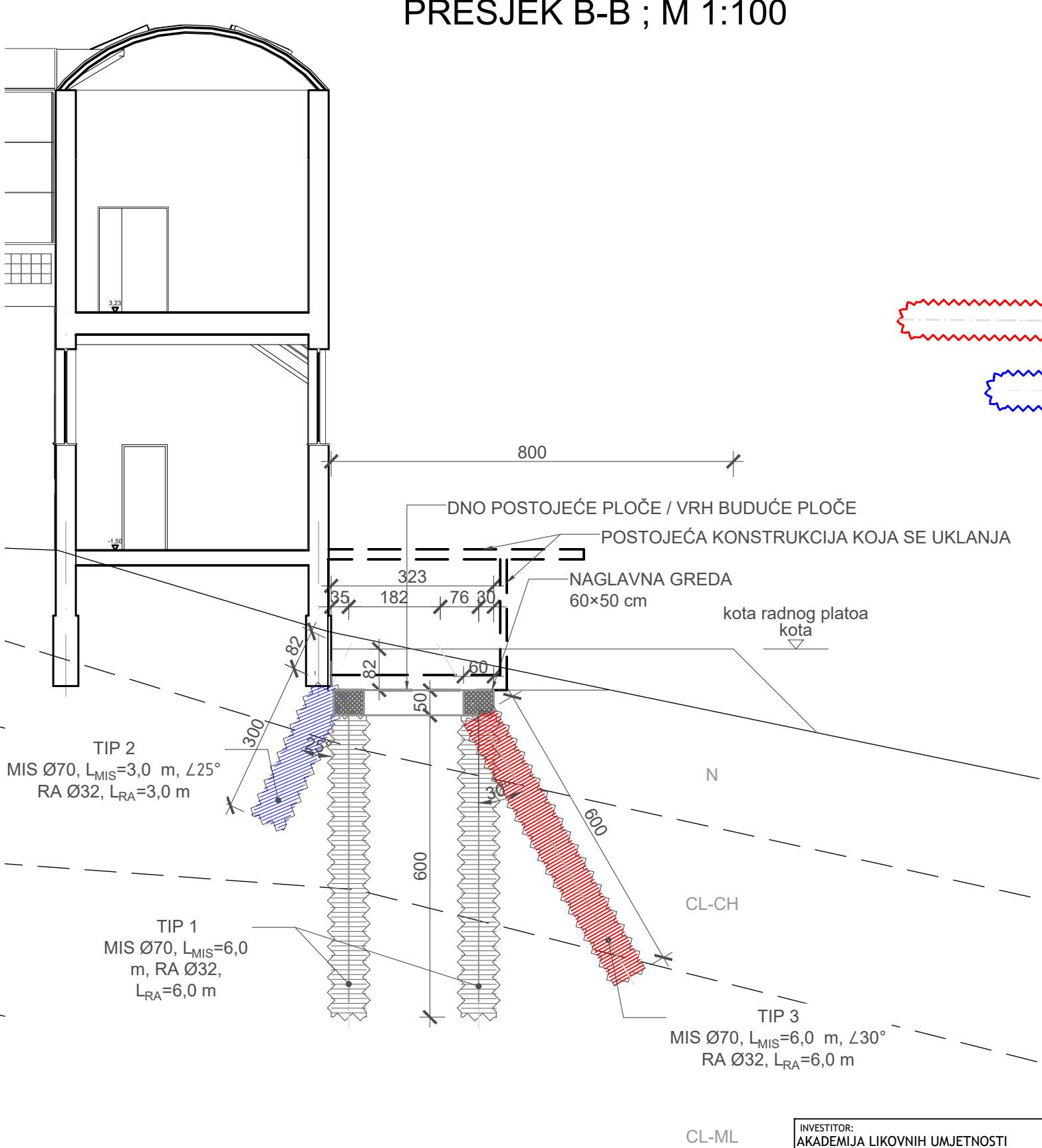
OZNAKA PRESJEKA

INVESTITOR: AKADEMIJA LIKOVNIH UMJETNOSTI SVEUČILIŠTA U ZAGREBU, Illica 85, 10000 Zagreb OIB 95847257607	MAPA: MAPA 9 PROJEKT OJAČANJA TEMELJNOG TLA	SADRŽAJ: TLOCRT SA RASPOREDOM STUPNJAKA	KREŠO GEO d.o.o. Jablanska ul. 54, 10 000, Zagreb
NARUČITELJ: TRINAS inženjering d.o.o. Dubrovačka 14, 31000 Osijek OIB 05774769538	PROJEKTANT: mr.sc.Krešimir Bolanča, dipl.ing.grad.	MJERILO: 1:100	
GRADEVINA: PROJEKT OBNOVE ZGRADE ZA CJELOVITU OBNOVU ZGRADE, GRADEVINSKI PROJEKT- PROJEKT OJAČANJA TEMELJNOG TLA k.č.br. 803/1, k.o. Centar	GLAVNI PROJEKTANT: mr.sc.Saša Randić, dipl.ing.arh.	ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA: CO-203-2023	BROJ PROJEKTA/OZNAKA EVIDENCIJE: 792-2/2023
VRSTA PROJEKTA: Izvedbeni projekt		DATUM: lipanj, 2023.	BROJ PRILOGA: 4.2.

PRESJEK A-A ; M 1:100



PRESJEK B-B ; M 1:100

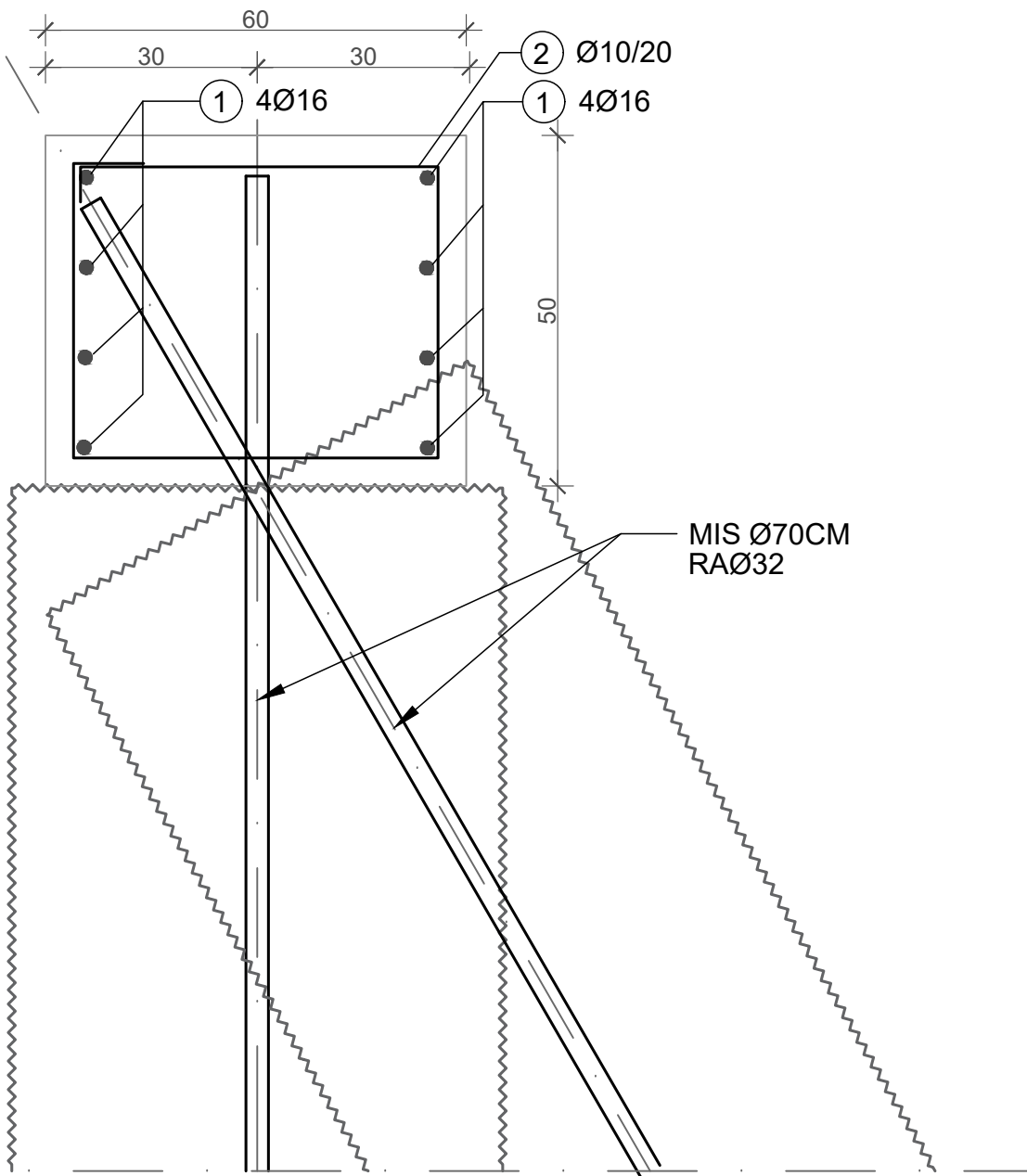


LEGENDA:

- TIP 1 - vertikalni MIS Ø70, $L_{MIS}=6,0$ m, 48 kom, RA Ø32, $L_{RA}=6,0$ m
- TIP 2 - kosi MIS Ø70, $L_{MIS}=6,0$ m, $\angle 30^\circ$, 24 kom, RA Ø32, $L_{RA}=6,0$ m
- TIP 3 - kosi MIS Ø70, $L_{MIS}=3,0$ m, $\angle 25^\circ$, 22 kom, RA Ø32, $L_{RA}=3,0$ m

INVESTITOR: AKADEMIJA LIKOVNIH UMJETNOSTI SVEUČILIŠTA U ZAGREBU, Ilica 85, 10000 Zagreb OIB 95847257607	MAPA: MAPA 9 PROJEKT OJAČANJA TEMELJNOG TLA	SADRŽAJ: PRESJEK A-A I B-B	KREŠO GEO d.o.o. Jablanska ul. 54, 10 000, Zagreb
NARUČITELJ: TRINAS inženjering d.o.o. Dubrovačka 14, 31000 Ošijek OIB 05774769538	PROJEKTANT:mr.sc.Krešimir Bolanča, dipl.ing.grad.	MJERILO: 1:100	
GRADEVINA: PROJEKT OBNOVE ZGRADE ZA CJELOVITU OBNOVU ZGRADE, GRADEVINSKI PROJEKT- PROJEKT OJAČANJA TEMELJNOG TLA k.č.br. 803/1, k.o. Centar	GLAVNI PROJEKTANT: mr.sc.Saša Randić, dipl.ing.arh.	ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA: CO-203-2023	BROJ PROJEKTA/OZNAKA EVIDENCIJE: 792-2/2023
VRSTA PROJEKTA: Izvedbeni projekt		DATUM: lipanj, 2023.	BROJ PRILOGA: 4.3.

ARMATURA NAGLAVNE GREDE ; M 1:10



ISKAZ ARMATURE ZA 1 m'

POZ	Ø [mm]	OBLIK I DIMENZIJE	L [cm]	kom	DUŽINA [m']	
					Ø10	Ø16
1	16 - RA	100	100	8	/	8,0
2	10 - RA		2,00	5	10,00	/
UKUPNO			m'		10,00	8,0
JEDINIČNA MASA			kg/m'		0,634	1,621
UKUPNO			kg/Ø		6,340	12,97
UKUPNO ZA 1 m' GREDE			kg		19,31	
UKUPNO ZA 102,0 m' GREDE (uvećana količina za 5% zbog preklopa)			kg		2.070,0	

- NAPOMENE:
- C 25/30 (400 kg cementa po m³)
 - B 500B
 - zaštitni sloj betona iznosi 5 cm
 - duljina sidrenja glavne armature l_s=100 cm

SVE MJERE PRILAGODITI MJERAMA U NARAVI

SVE MJERE KONTROLIRATI U NARAVI

INVESTITOR: AKADEMIJA LIKOVNIH UMJETNOSTI SVEUČILIŠTA U ZAGREBU, Ilica 85, 10000 Zagreb OIB 95847257607	MAPA: MAPA 9 PROJEKT OJAČANJA TEMELJNOG TLA	SADRŽAJ: ARMATURA NAGLAVNE GREDE	 KREŠO GEO d.o.o. Jablanska ul. 54, 10 000, Zagreb
NARUČITELJ: TRINAS inženjering d.o.o. Dubrovačka 14, 31000 Osijek OIB 05774769538	PROJEKTANT: mr.sc.Krešimir Bolanča, dipl.ing.grad.	MJERILO: 1:10	
GRADEVINA: PROJEKT OBNOVE ZGRADE ZA CJELOVITU OBNOVU ZGRADE, GRAĐEVINSKI PROJEKT- PROJEKT OJAČANJA TEMELJNOG TLA k.č.br. 803/1, k.o. Centar	GLAVNI PROJEKTANT: mr.sc.Saša Randić, dipl.ing.arh.	ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA: CO-203-2023	BROJ PROJEKTA/OZNAKA EVIDENCIJE: 792-2/2023
VRSTA PROJEKTA: Izvedbeni projekt		DATUM: lipanj, 2023.	BROJ PRILOGA: 4.4.