



ADRIA GRAĐEVINSKI PROJEKTI d.o.o.
za projektiranje i nadzor u graditeljstvu

Investitor: **GRAD DUGA RESA, Trg Sv. Jurja 1, 47250 Duga Resa**
OIB: 15857239976

Građevina: **Dom za starije i nemoćne osobe i višenamjenska dvorana**

Lokacija: **k.č. 918/1, k.o. Duga Resa 2**

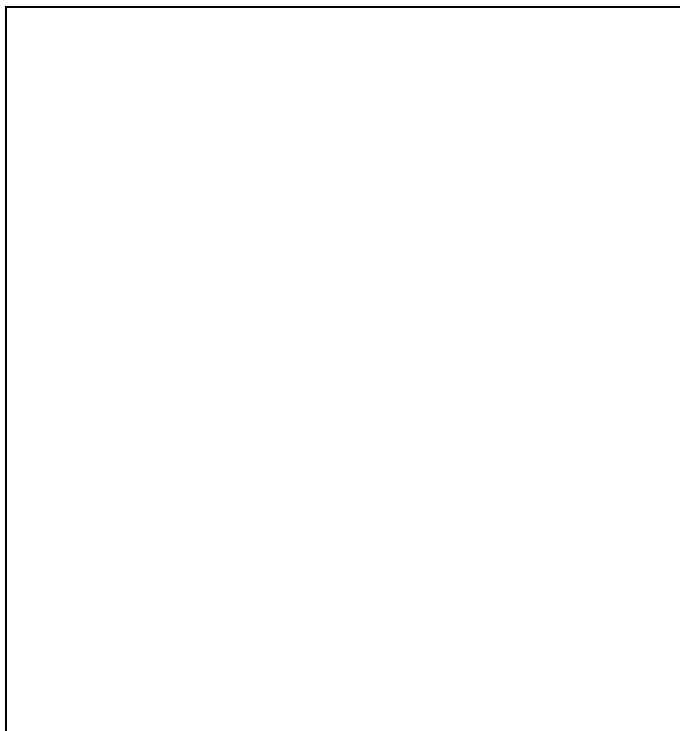
ZOP: **160 587**

Broj projekta: **GP-GEO-20-26**

Broj mape: **12**

Strukovna odrednica: **Građevinski projekt - geotehnički projekt poboljšanja temeljnog tla**

Razina razrade: **Glavni projekt za III. Izmjenu i dopunu građevinske dozvole**



GEOTEHNIČKI PROJEKT POBOLJŠANJA TEMELJNOG TLA DOM ZA STARIJE I NEMOĆNE OSOBE

Glavni projektant: **Marijana Radnić Cippico,**
dipl.ing.arh.

Projektant: **Hrvoje Dujo Zlatoper, dipl.ing.građ.**

Odgovorna osoba: **Hrvoje Dujo Zlatoper, dipl.ing.građ.**

Šibenik, ožujak 2026.



ADRIA GRAĐEVINSKI PROJEKTI d.o.o.
za projektiranje i nadzor u graditeljstvu

Projekt: Geotehnički projekt poboljšanja temeljnog tla
Investitor: GRAD DUGA RESA, Trg Sv. Jurja 1, 47250
Duga Resa
Građevina: Dom za starije i nemoćne osobe i
višenamjenska dvorana
Br. projekta.: GP-GEO-20-26
Mjesto i datum: Šibenik, ožujak 2026.

PROSTOR ZA OVJERU OD STRANE OVLAŠTENOG REVIDENTA



ADRIA GRAĐEVINSKI PROJEKTI d.o.o.
za projektiranje i nadzor u graditeljstvu

Projekt: Geotehnički projekt poboljšanja temeljnog tla
Investitor: GRAD DUGA RESA, Trg Sv. Jurja 1, 47250 Duga Resa
Građevina: Dom za starije i nemoćne osobe i višenamjenska dvorana
Br. projekta.: GP-GEO-20-26
Mjesto i datum: Šibenik, ožujak 2026.

SADRŽAJ:

PROSTOR ZA OVJERU OD STRANE OVLAŠTENOG REVIDENTA.....	II
POPIS MAPA GLAVNOG PROJEKTA ZOP: 10-2019	V
POPIS SURADNIKA	VII
IZJAVA PROJEKTANTA O USKLAĐENOSTI PROJEKTA S ZAKONIMA I PROPISIMA	VIII
1 TEHNIČKI OPIS	1-1
1.1 Opis zahvata.....	1-1
1.1.1 Postojeće stanje	1-1
1.1.2 Projektirano stanje	1-2
1.2 Podaci iz elaborata o prethodnim istraživanjima i drugih elaborata, studija i podloga koji su od utjecaja na tehnička svojstva projektiranog dijela građevine i građevine u cjelini	1-3
1.2.1 Sastav i karakteristike temeljnog tla na lokaciji	1-3
1.3 Poboljšanje temeljnog tla mlazno injektiranim stupnjacima	1-4
1.4 Faze izvedbe	1-7
1.5 Opažanje slijeganja	1-7
1.6 Geotehnički nadzor.....	1-7
1.7 Projektantski nadzor	1-7
2 TEHNIČKI UVJETI IZVEDBE, PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE	2-1
2.1 Općenito	2-1
2.2 Pripremni radovi.....	2-1
2.3 Geodetski radovi.....	2-2
2.4 Izvođenje mlaznoinjektiranih stupnjaka promjera Φ 80cm	2-2
2.4.1 Opis tehnologije	2-2
2.4.2 Početni parametri mlaznog injektiranja	2-4
2.4.3 Injekcijska smjesa.....	2-5
2.4.4 Oprema	2-5
2.5 Kontrola kvalitete injekcijske smjese	2-6
2.6 Zemljani radovi	2-7
2.7 Opažanja slijeganja objekta.....	2-7
3 GEOSTATIČKI PRORAČUNI.....	3-1
3.1 Proračunske vrijednosti geotehničkih parametara	3-1
3.2 Proračuni slijeganja doma za starije i nemoćne	3-4
3.2.1 Proračunski model.....	3-4
3.2.2 Modeliranje mlazno injektiranih stupnjaka.....	3-6



ADRIA GRAĐEVINSKI PROJEKTI d.o.o.
za projektiranje i nadzor u graditeljstvu

Projekt: Geotehnički projekt poboljšanja temeljnog tla
Investitor: GRAD DUGA RESA, Trg Sv. Jurja 1, 47250 Duga Resa
Građevina: Dom za starije i nemoćne osobe i višenamjenska dvorana
Br. projekta.: GP-GEO-20-26
Mjesto i datum: Šibenik, ožujak 2026.

3.2.3	Rezultati proračuna slijeganja prije poboljšanja temeljnog tla.....	3-10
3.2.4	Rezultati proračuna slijeganja nakon poboljšanja temeljnog tla.....	3-12
3.2.5	Rezultati proračuna nosivosti grupe pilota	3-14
3.2.6	Određivanje proračunske otpornosti stupnjaka	3-18
3.3	Proračuni slijeganja višenamjenske dvorane	3-20
3.3.1	Rezultati proračuna slijeganja tla.....	3-20
3.3.2	Rezultati proračuna nosivosti grupe pilota	3-21
3.3.3	Određivanje proračunske otpornosti stupnjaka	3-24
4	TROŠKOVNIK RADOVA.....	4-1
5	GRAFIČKI PRIKAZI.....	5-1



ADRIA GRAĐEVINSKI PROJEKTI d.o.o.
za projektiranje i nadzor u graditeljstvu

Projekt: Geotehnički projekt poboljšanja temeljnog tla
Investitor: GRAD DUGA RESA, Trg Sv. Jurja 1, 47250 Duga Resa
Građevina: Dom za starije i nemoćne osobe i višenamjenska dvorana
Br. projekta.: GP-GEO-20-26
Mjesto i datum: Šibenik, ožujak 2026.

POPIS MAPA GLAVNOG PROJEKTA ZOP: 10-2019

GLAVNI PROJEKT, ZOP 160587

Glavni projektant : Marijana Radnić Cippico, ovl.arhitektica br.ovl. A 1219

MAPA-1 ARHITEKTONSKI PROJEKT IZMJENA

Izrađen pod br.TD: 02/26-A u ožujku 2026. po
"PO-MARK" d.o.o., Zagreb
Ovl. arhitektica Marijana Radnić Cippico d.i.a., br.ovl. A 1219

MAPA-2 GRAĐEVINSKI PROJEKT - PROJEKT KONSTRUKCIJE IZMJENA

Izrađen pod br.TD: 02/26-G u ožujku 2026. po
"PO-MARK" d.o.o., Zagreb
ovl. dipl. ing. Mario Galić br.ovl. G 2495

MAPA-3 STROJARSKI PROJEKT INSTALACIJA GHV IZMJENA

Izrađen pod br.TD: 4082/26 u ožujku 2026. po
"CITARA" d.o.o., Zagreb
ovl. dipl. ing. str. Marinko Zečević br.ovl. S 861

MAPA-4 ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT JAKE I SLABE STRUJE IZMJENA

Izrađen pod br.TD: 2603 u ožujku 2026. po
"MIHA-ING" d.o.o., Zagreb
Ovl. dipl.ing. el. Stipe Mihotić br.ovl. E 2987

MAPA-5 ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT-VATRODOJAVA IZMJENA

Izrađen pod br.TD: 2603/1 u ožujku 2026. po
"MIHA-ING" d.o.o., Zagreb
Ovl. dipl.ing. el. Stipe Mihotić br.ovl. E 2987

MAPA-6 GRAĐEVINSKI PROJEKT VODOVODA I ODVODNJE I HIDRANTSKE M. IZMJENA

Izrađen pod br.TD: 02/26 VIO u ožujku 2026. po
"PO-MARK" d.o.o., Zagreb
ovl. dipl. ing. Mario Galić br .ovl. G 2495

MAPA-7 PROJEKT SPRINKLER IZMJENA

Izrađen pod br. 1461-26 u ožujku 2026.
"SPRINKLER" d.o.o., Zagreb
ovl. dipl. ing. str. Branimir Samac .ovl. S 1097



ADRIA GRAĐEVINSKI PROJEKTI d.o.o.
za projektiranje i nadzor u graditeljstvu

Projekt: Geotehnički projekt poboljšanja temeljnog tla
Investitor: GRAD DUGA RESA, Trg Sv. Jurja 1, 47250 Duga Resa
Građevina: Dom za starije i nemoćne osobe i višenamjenska dvorana
Br. projekta.: GP-GEO-20-26
Mjesto i datum: Šibenik, ožujak 2026.

MAPA-8	STROJARSKI PROJEKT - PROJEKT UGRADNJE DIZALA	BEZ IZMJENE
	Izrađen pod br. TD: P-HR1001953-10B 12/2019 Denis Paleka dipl.ing.stroj. br.ovl. S 1326 Ured ovlaštenog inženjera strojarstva	
MAPA-9	GRAĐEVINSKI PROJEKT- PROJEKT INTERNIH PROMETNICA	IZMJENA
	Izrađen pod TD: 02/26/PR u ožujku 2026. po "PO-MARK" d.o.o., Zagreb ovl. dipl. ing. Mario Galić br .ovl. G 2495	
MAPA-10	GRAĐEVINSKI PROJEKT -građevinska fizika	BEZ IZMJENE
	Izrađen pod br. TD:2020-18-1-IZ od 12/2019 Goran Vučković dipl.ing.građ. br.ovl. G 886 Ured ovlaštenog inženjera GORANA VUČKOVIĆA	
MAPA-11	STROJARSKI PROJEKT- PROJEKT UNP-a	BEZ IZMJENE
	Izrađen pod br. TD: 2796/19-P od 12/2019 CITARA d.o.o. , Zagreb Marinko Zečević, dipl.ing.stroj. br.ovl. S 861	
MAPA-12	GRAĐEVINSKI PROJEKT-PROJEKT POBOLJŠANJA TEMELJNOG TLA	IZMJENA
	Izrađen pod: GP-GEO-20-26, ožujak 2026. "Adria građevinski projekti" d.o.o., Šibenik Hrvoje Dujo Zlatoper , d.i.g. br.ovl. G 3956	
ELABORAT:		
A/	ELABORAT ZAŠTITE NA RADU	BEZ IZMJENE
	Izrađen pod 441018 po „Flamit“ d.o.o., Samobor Željko Mužević univ.spec.aedif. up.br 64	
B/	ELABORAT ZAŠTITE OD POŽARA	BEZ IZMJENE
	Izrađen pod 45018 po „Flamit“ d.o.o., Samobor Željko Mužević struc.spec.ing.mech. S 1832	
C/	GEOTEHNIČKI ELABORAT	BEZ IZMJENE
	Izrađen pod TD_024/18 u svibnju 2018.po „GEO-LAB“ d.o.o., Zagreb Ivan Gadže stru.spec.ing.aedif.	
D/	ELABORAT TEHNIČKO-TEHNOLOŠKOG UREĐENJA KUHINJE	IZMJENA
	Izrađen pod TD_11/24KH u kolovozu 2024.po „PO-MARK“ d.o.o., Zagreb Ovl.ing.građ.Mario Galić d.i.g. br.ovl. G 2495	



ADRIA GRAĐEVINSKI PROJEKTI d.o.o.
za projektiranje i nadzor u graditeljstvu

Projekt: Geotehnički projekt poboljšanja temeljnog tla
Investitor: GRAD DUGA RESA, Trg Sv. Jurja 1, 47250 Duga Resa
Građevina: Dom za starije i nemoćne osobe i višenamjenska dvorana
Br. projekta.: GP-GEO-20-26
Mjesto i datum: Šibenik, ožujak 2026.

POPIS SURADNIKA

Ani Zlatoper, mag.ing.aedif..
Matija Lapić, mag. ing. aedif.



ADRIA GRAĐEVINSKI PROJEKTI d.o.o.
za projektiranje i nadzor u graditeljstvu

Projekt: Geotehnički projekt poboljšanja temeljnog tla
Investitor: GRAD DUGA RESA, Trg Sv. Jurja 1, 47250 Duga Resa
Građevina: Dom za starije i nemoćne osobe i višenamjenska dvorana
Br. projekta.: GP-GEO-20-26
Mjesto i datum: Šibenik, ožujak 2026.

IZJAVA PROJEKTANTA O USKLAĐENOSTI PROJEKTA S ZAKONIMA I PROPISIMA

Šibenik, ožujak 2026.

Sukladno članku 108. Zakona o gradnji (NN 135/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24) izdaje se:

IZJAVA O USKLAĐENOSTI GLAVNOG PROJEKTA S

odredbama Zakona o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19, 67/23) i Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24) te podzakonskim pravilnicima i propisima.

Projektant: **Hrvoje Dujo Zlatoper, dipl.ing.građ.**

broj ovlaštenja: **G 3956**

vrsta projekta: **GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT POBOLJŠANJA TEMELJNOG TLA**

Oznaka projekta: **GP-GEO-20-26**

Građevina: **Dom za starije i nemoćne osobe i višenamjenska dvorana**

Lokacija: **k.č. 918/1, k.o. Duga Resa 2**

Investitor: **GRAD DUGA RESA, Trg Sv. Jurja 1, 47250 Duga Resa**

Projektant: **Hrvoje Dujo Zlatoper, dipl. ing. građ.**



ADRIA GRAĐEVINSKI PROJEKTI d.o.o.
za projektiranje i nadzor u graditeljstvu

Projekt: Geotehnički projekt poboljšanja temeljnog tla
Investitor: GRAD DUGA RESA, Trg Sv. Jurja 1, 47250
Duga Resa
Građevina: Dom za starije i nemoćne osobe i
višenamjenska dvorana
Br. projekta.: GP-GEO-20-26
Mjesto i datum: Šibenik, ožujak 2026.

I. TEHNIČKI DIO

1 TEHNIČKI OPIS

1.1 OPIS ZAHVATA

Investitor namjerava izgraditi Dom za starije i nemoćne osobe s dodatnom zgradom: višenamjenska dvorana, kotlovnica, sprinkler bazen. Predmetna lokacija nalazi se na k.č. 918/1 k.o.Duga Resa 2.

Novoprojektirana, planirana građevina Doma za starije i nemoćne ima javnu socijalnu namjenu - smještaj starijih i nemoćnih osoba, a prateća prizemna višenamjenska dvorana će upotpunjavati ponudu samog Doma za vjerska druženja, druženja s djecom, radionice i sl. Dom za starije i nemoćne je samostojeća građevina, tlocrtno u obliku slova „G“, katnosti Pr+3. U domu se planira smjestiti oko 151 korisnik, a sve u skladu s pravilnikom o minimalnim uvjetima za pružanje socijalnih usluga NN 40/14. Višenamjenska dvorana s kotlovnicom i sprinkler bazenom je samostojeća zgrada katnosti prizemlje.

Geodetskim elaboratom oformit će se nova parcela iz dvije katastarske čestice: k.č. 935 i dio k.č. 918/1, k.o.Duga Resa 2.

U ovom projektu će se obraditi poboljšanje mehaničkih karakteristika temeljnog tla mlaznim injektiranjem s primarnim ciljem smanjenja slijeganja novih građevina. Plitkim temeljenjem slijeganja su bila neprihvatljivo velika za samu konstrukciju (cca 40 cm) i iz toga razloga je potrebno izvesti poboljšanje tla mlazno injektiranim stupnjacima. Poboljšanjem tla mlazno injektiranih stupnjaka ispod temelja, slijeganja objekata će se znatno smanjiti te po proračunu iznose do 3,50 cm (Opisano u poglavlju 3. Geotehnički proračuni).

1.1.1 Postojeće stanje

Podaci o lokaciji

Parcela koju će činiti k.č. 918/1 i dio k.č. 935, k.o. Duga Resa 2 je nepravilnog oblika, omeđena sa tri strane cestama i s blagim usponom-nagibom prema istoku i s najnižom točkom u sredini terena.

K.č. 918/1, k.o. Duga Resa je neizgrađena i na njoj su tek urušeni ostaci nekadašnjih objekata, na nivou temelja. Na k.č. 935, k.o. Duga Resa je zatečena asfaltirana površina čija namjena je bila igralište, te više primjeraka visokog zelenila.

Unutar k.č. 918/1 se nalazi trafostanica na vlastitoj parceli, u naravi k.č. 918/2, k.o. Duga Resa 2.

Sa istočne, sjeverne i južne strane k.č. 918/1, k.o Duga Resa 2 graniči s neizgrađenom k.č. 918/3 koja služi za proširenje postojećih prometnica, a dijelom će biti i sama prometnica (sa istočne strane).

Sa sjeverne strane te čestice (k.č. 918/3) je postojeća prometnica, u naravi k.č. 934, k.o. Duga Resa 2.

Sa južne strane te čestice (k.č.918/3) je postojeća prometnica, u naravi k.č. 3712, k.o. Duga Resa 2.

Komunalna infrastruktura

U naselju postoji izgrađena vodovodna mreža i gradska mreža odvodnje te će se objekt priključiti na istu.

Javna vodoopskrbna mreža je izgrađena na samoj parceli, a mreža odvodnje u ulici uz rijeku Mrežnicu.

Na samoj parceli se nalazi trafostanica na svojoj zasebnoj parceli, a vodovi električne energije idu prako parcele, rubno južno, a zatim dijagonalno sjeverozapadno. U ulici postoje instalacije struje i telefona.

Promet

Parcela ima direktan pristup na javno-prometnu površinu, odnosno česticu koja je predviđena za proširenje ceste. Na parcelu je moguć pristup pješački i kolni, te pristup požarnom vozilu.

1.1.2 Projektirano stanje

Na novoformiranoj građevinskoj parceli koja će se sastojati od k.č. 918/1 i dijela k.č. 935, k.o. Duga Resa 2, izgradit će se samostojeći objekt katnosti Pr+2 do Pr+3 - zgrada Doma za starije i nemoćne, te manji prizemni objekt višenamjenska dvorana s kotlovnicom i sprinkler bazenom, a zajedno će činiti cjelinu u funkcionalnom smislu.

Dom za starije i nemoćne osobe je konstruktivno podijeljen na tri dilatacije:

Dilatacija A1 je tlocrtnih dimenzija približno 26,40 x 13,65 m, katnosti Pr+3.

Dilatacija A2 je tlocrtnih dimenzija približno 38,55 x 14,00 m, katnosti Pr+3.

Dilatacija A3 je tlocrtnih dimenzija približno 38,35 x 15,30 m, katnosti Pr+2.

Ispod dilatacija A1 i A2 i polovice dilatacije A3 je ovim projektom predviđeno poboljšanje temeljnog tla metodom mlaznog injektiranja do dubine 10,0m, a ispod druge polovice dilatacije A3 je predviđeno mlazno injektiranje do dubine 6,0m. Temeljenje zgrade doma je predviđeno na armiranobetonskom roštilju (gredama) dimenzija 60/80cm do 60/100cm povezanih temeljom (podnom) pločom debljine 20cm.

Zgrada višenamjenske dvorane s kotlovnicom i sprinkler bazenom je dimenzija 36,40 x 8,85m, katnosti Pr. Zbog sprinkler bazena koji se nalazi u sredini zgrade, zgrada je podijeljena na tri dilatacije:

Kotlovnica – tlocrtnih dimenzija cca 13,50 x 8,85m

Sprinkler bazen – tlocrtnih dimenzija cca 6,00 x 5,80m

Dvorana – tlocrtnih dimenzija cca 17,00 x 8,85m

Ispod višenamjenske dvorane, kotlovnice i sprinkler bazena je ovim projektom predviđeno poboljšanje temeljnog tla metodom mlaznog injektiranja do dubine 10,00m. Temeljenje sprinkler bazena je predviđeno na temeljnoj ploči debljine 40cm, a temeljenje dvorane i kotlovnice je predviđeno na ploči 20cm s ojačanjima (gredama) ispod nosivih zidova 40/40cm i rubnim gredama do dubine smrzavanja (40/80cm).

Poboljšanje temeljnog tla

Poboljšanje temeljnog tla je predviđeno metodom „jet-grouting“, odnosno izvedbom mlaznoinjektiranih stupnjaka do dubine 10m ispod razine temeljenja. Ukupno je predviđeno 38kom mlazno injektiranih stupnjaka duljine 10,00m ispod višenamjenske dvorane, kotlovnice i sprinkler bazena.

Poboljšanjem temeljnog tla postiže se općenito poboljšanje fizičko-mehaničkih karakteristika temeljnog tla, te samim tim smanjenje slijeganja u fazi eksploatacije. S obzirom na sastav i karakteristike tla, navedene vrijednosti slijeganja realizirale bi se u duljem vremenskom periodu, odnosno za čitavo vrijeme eksploatacije građevine dolazilo bi do naknadnog slijeganja i svih posljedica koje ta pojava donosi.



Poboljšanje temeljnog tla ostvariti će se mlaznoinjektiranim stupnjacima promjera 80 cm, jednoliko raspoređenim ispod temeljnih traka, odnosno nosivih zidova.

NAPOMENA: Prije početka radova na poboljšanju temeljnog tla izvođač je obavezan kontaktirati sva javnopravna tijela koja su definirala postojanje vlastite infrastrukture unutar predmetnog obuhvata i u suradnji s njima utvrditi točne pozicije i uvjete zaštite iste.

1.2 PODACI IZ ELABORATA O PRETHODNIM ISTRAŽIVANJIMA I DRUGIH ELABORATA, STUDIJA I PODLOGA KOJI SU OD UTJECAJA NA TEHNIČKA SVOJSTVA PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE I GRAĐEVINE U CJELINI

Podaci o karakteristikama temeljnog tla i opterećenja na temeljno tlo su preuzeti iz:

- 1) "GEOMEHANIČKI ELABORAT Izrađen pod br 024_2/18 od studenog 2018., tvrtke „GEO-LAB“ d.o.o. Zagreb
- 2) „Izvještaj o dodatnim geotehničkim istražnim radovima“, izrađen od Adria građevinski projekti d.o.o. Šibenik, siječanj 2020.

1.2.1 Sastav i karakteristike temeljnog tla na lokaciji

Premetna parcela smještena je na desnoj obali Mrežnice, između Mrežničkog Varoša i Donjeg Mrzlog Polja Mrežničkog u naselju Tušmer.

Za potrebe projektiranja izvedeni su istražni radovi prikazani u geotehničkom elaboratu (GEOMEHANIČKI ELABORAT izrađen pod br 024_2/18 od studenog 2018., tvrtke „GEO-LAB“ d.o.o. Zagreb).

Tlo je ispitano s pet istražnih bušotina dubine 7,0 m, oznake B-3 do B-7. Provedenim istražnim radovima je dobiven uvid u litološku građu, uslojenost i mehaničke karakteristike temeljnog tla.

Istražno bušenje je sprovedeno dosta plitko (do 7,0m) te je zbog uvida u karakteristike temeljnog tla ispod predmetne dubine izvedeno dodatno sondiranje (siječanj 2020.) koje je pokazalo da je pojava nosive podloge za objekt višenamjenske dvorane i kotlovnice na dubini od -10,00m.

Temeljno tlo ispod površinskog humusa debljine 0,3 - 0,4 m, općenito se može izdvojiti u tri geotehničke sredine, različitih općih i mehaničkih svojstava:

• **GEOMEHANIČKA SREDINA 1 –NASIP**

Nasip od anorganske gline, srednje plastičnosti, srednje konzistencije, crvenica Terra rossa, registriran do dubine između 1,0 m i 2,0 m.

Laboratorijskim ispitivanjima NU dobivene su slijedeće vrijednosti općih i mehaničkih svojstava tla: $I_c = 0,67$; $\gamma = 17,3 \text{ kN/m}^3$, $\phi = 20^\circ$; $c = 41 \text{ kPa}$ (bušotina B-5).

• **GEOMEHANIČKA SREDINA 2 – CI**

Anorganska glina, srednje plastičnosti, sive boje, registrirana do dubine između 2,0 i 4,50m od površine postojećeg terena.

Terenskim klasifikacijskim pokusima su dobivene slijedeće karakteristike: $N_{60} = 4$ udarca/stopi (bušotina B-3).

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

$I_c = 0,37-0,66$; $\gamma = 18,8-20,0 \text{ kN/m}^3$, $\phi = 25-28^\circ$; $c = 18-22 \text{ kPa}$; $M_v = 3,7-4,2 \text{ MPa}$ (bušotina B-3, B-4. B-5, B-6)



• **GEOMEHANIČKA SREDINA 3 – CI**

Anorganska glina, srednje plastičnosti, krute konzistencije, žuto-smeđe boje, registrirana je u podlozi sve do dubine sondiranja.

Terenskim klasifikacijskim pokusima su dobivene slijedeće karakteristike: $N_{60} = 7$ do 14 udaraca/stopi (iznimno $N_{60}=4$ udarca u bušotini B-5).

Laboratorijskim ispitivanjima NU dobivene su slijedeće vrijednosti općih i mehaničkih svojstava tla: $l_c = 0,87-0,95$ (iznimno 0,48 u B-5!); $\phi = 27^\circ$; $c = 28$ kPa; $M_v = 5,5 - 6,8$ MPa (bušotina B-8).

GEOMEHANIČKA SREDINA 4 – TROŠNA STIJENA

Trošna stijena u obliku kamenih blokova prigrebenskog-grebenskog vapnenca i dolomita, pomiješani sa glinom. Stijena je evidentirana u bušotini B-3 i B-12 na dubini -10,00m

Terenskim klasifikacijskim pokusima su dobivene slijedeće karakteristike: $N_{60}=35-40$ udaraca/stopi.

Pojava podzemne vode za trajanja terenskih istražnih radova, registrirana je na dubini između 1,5 i 2,5 m od površine terena. Iznimno kod bušotine B-3 i B-8 PPV je registrirana na dubini između 2,7 i 3,0 m.

Nivo podzemne vode je po završetku sondiranja registriran na dubini između 0,7 i 1,0 m od površine terena.

Iznimno kod bušotine B-8 NPV je registriran na dubini 1,7 m.

Prilikom izgradnje objekta obratiti pozornost na uređenje i odvodnju vode sa parcele.

1.3 POBOLJŠANJE TEMELJNOG TLA MLAZNO INJEKTIRANIM STUPNJACIMA

Za poboljšanje krutosti temeljnog tla koristit će se mlaznoinjektirani stupnjaci promjera 80 cm izvođeni sa kote isplaniranog radnog platoa cca + 124,80 m n.m.

Međusobni razmak mlaznoinjektiranih stupnjaka je od 2,00m do 3,00m. Raspored stupnjaka određen je kako bi što bolje preuzeo opterećenje konstrukcije, te zbog toga njihova međusobna udaljenost nije konstantna. Duljina stupnjaka je 10,00 m ispod dilatacije A1, dilatacije A2 i polovine dilatacije A3 dok je ispod druge polovine dilatacije A3 duljina stupnjaka 6,00m. Raspored stupnjaka prikazan je u grafičkim priložima, a u tablici br. 1 vidljiva je njihova dubina.

Ukoliko se prilikom bušenja za injektiranje na istočnoj polovici dilatacije A3 ustanove znatno nepovoljniji geotehnički uvjeti nego li su istraženi, potrebno je obavijestiti projektanta ovog projekta.

Ispod sprinkler bazena (dodatna zgrada) je predviđeno poboljšanje temeljnog tla metodom mlaznog injektiranja do dubine 10,00m, dok je ispod dvorane i kotlovnice predviđena zamjena tla u dubini cca 80cm.

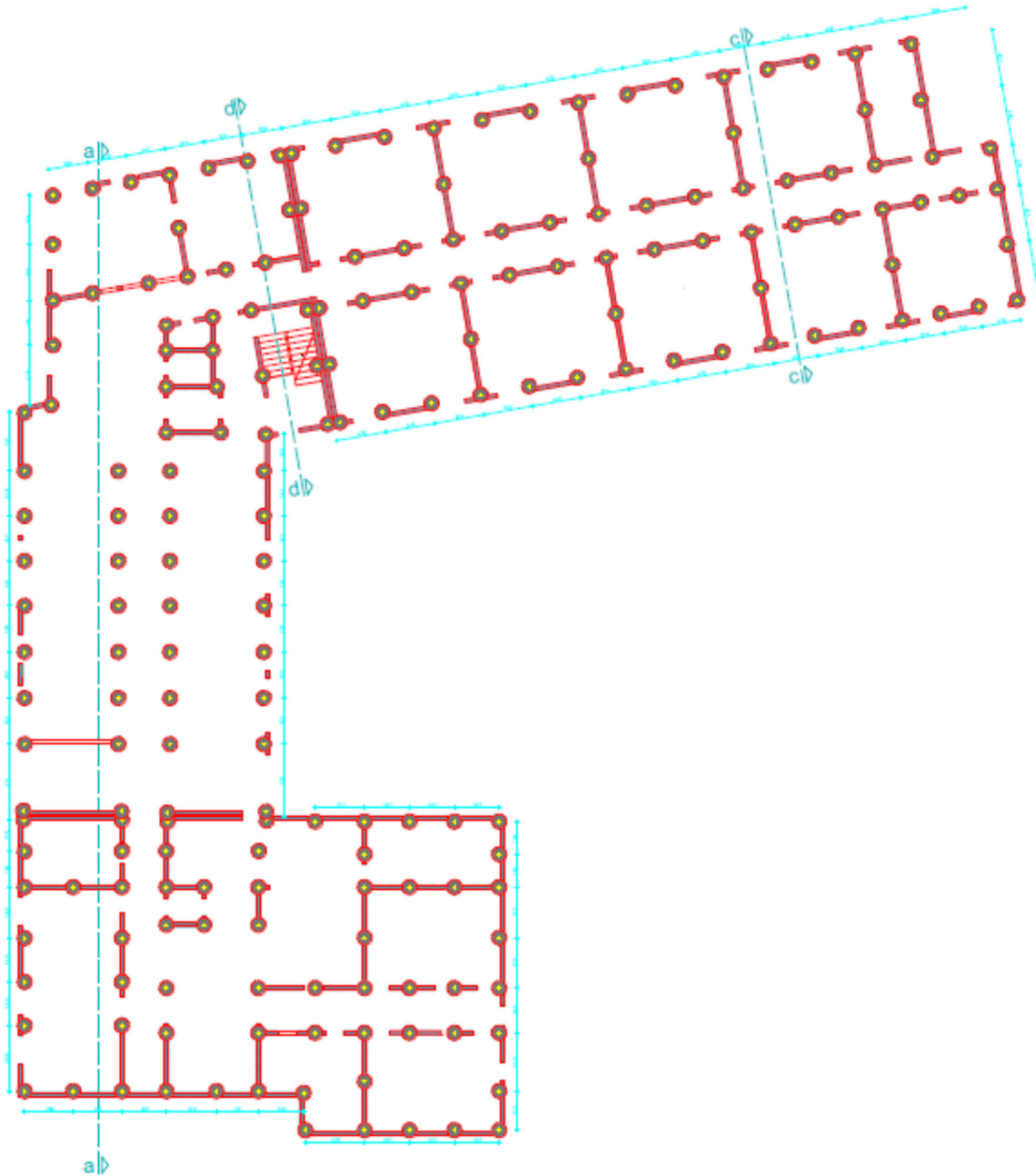
Zamjena se vrši krupnim kamenom granulacije 8-200 na razdjeljni geotekstil gustoće 300g/m². Zadnjih 15cm izraditi od drobljenog kamenog materijala granulacije 4-64mm. Modul stišljivosti kružnom pločom na vrhu zamjene, $M_s \geq 60$ MPa.



ADRIA GRAĐEVINSKI PROJEKTI d.o.o.
za projektiranje i nadzor u graditeljstvu

Projekt: Geotehnički projekt poboljšanja temeljnog tla
Investitor: GRAD DUGA RESA, Trg Sv. Jurja 1, 47250 Duga Resa
Građevina: Dom za starije i nemoćne osobe i višenamjenska dvorana
Br. projekta.: GP-GEO-20-26
Mjesto i datum: Šibenik, ožujak 2026.

Slika 1. Raspored mlazno injektiranih stupanjaka ispod zgrade Doma za starije i nemoćne osobe

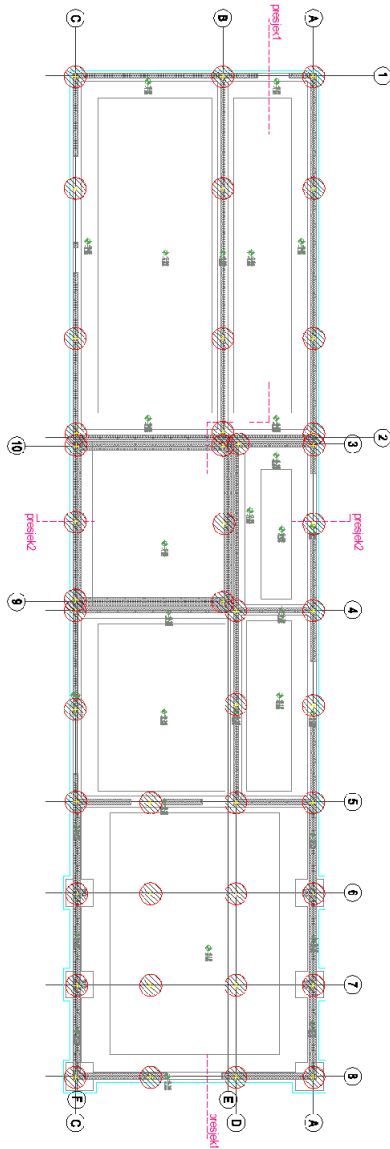




ADRIA GRAĐEVINSKI PROJEKTI d.o.o.
za projektiranje i nadzor u graditeljstvu

Projekt: Geotehnički projekt poboljšanja temeljnog tla
Investitor: GRAD DUGA RESA, Trg Sv. Jurja 1, 47250 Duga Resa
Građevina: Dom za starije i nemoćne osobe i višenamjenska dvorana
Br. projekta.: GP-GEO-20-26
Mjesto i datum: Šibenik, ožujak 2026.

Slika 2. Raspored mlazno injektiranih stupanjaka ispod višenamjenske dvorane, kotlovnice i sprinkler bazena





1.4 FAZE IZVEDBE

Prije početka građenja neophodno je, ukoliko postoje, ukloniti sve stare instalacije na parceli.

Generalno se radovi izvode u sljedećim fazama:

- Priprema radnih platoa za izvedbu mlaznoinjektiranih stupnjaka. Predviđena je izvedba stupnjaka sa postojećih površina uz nasipavanje drobljenim kamenim materijalom u debljini 30 cm radi stabilizacije stroja (alternativa: postava troosne geomreže i kamenog drobljenca u debljini 10cm za stabilizaciju temeljnog tla)
- Izvedba mlaznoinjektiranih stupnjaka $\Phi 80$ cm jednofluidnom tehnologijom, do kote oko 30 cm iznad projektiranje kote. Projektirana kota stupnjaka odgovara donjoj koti temeljnih greda.
- Minimalno 15 dana nakon izvedbe se može započeti sa iskopom. Iskop se obavlja u privremeno stabilnom nagibu 2:1 – 1:1.
- Uklanjanje gornjih cca 30 cm stupnjaka lošije kvalitete.
- Ugradnja drobljenog kamenog materijala debljine sloja 15 cm. Maksimalna veličina zrna $d_{max}=32$ mm, bez posebnog kriterija za zbijenost sloja.
- Postavljanje podložnog betona C12/15 debljine 5-8cm i daljnja izvedba objekta.

Napomena: Ukoliko se prilikom bušenja za injektiranje na istočnoj polovici dilatacije A3 ustanove znatno nepovoljniji geotehnički uvjeti nego li su istraženi (stijenska podloga dublje nego li je opisana geotehničkim elaboratom), potrebno je obavijestiti projektanta ovog projekta

1.5 OPAŽANJE SLIJEGANJA

S obzirom na tip objekta i proračunske pomake projektom je predviđeno praćenje slijeganja. Svrha praćenja je potvrda projektnih pretpostavki kao i mogućnost pravovremenih intervencija ukoliko dođe do većih pomaka od predviđenih. Opažanjem je obuhvaćeno praćenje slijeganja pomoću geodetskih repera, po 2 na svakoj dilataciji i po 1 na kotlovnici, sprinkler bazenu i dvorani. Ukupno je predviđeno 9 geodetskih repera. Detaljan program praćenja pomaka definiran je u okviru Poglavlja 2 – Tehnički uvjeti izvedbe i program kontrole i osiguranja kvalitete

1.6 GEOTEHNIČKI NADZOR

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.

1.7 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.

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 na dubokom temeljenju, 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 12716:2008 - 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 se u ovom projektu tretiraju kao mjera poboljšanja tla s primarnim ciljem smanjenja slijeganja.

2.2 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).

Radne platove treba urediti na aktualnim kotama terena uz nasipavanje kamenim materijalom u debljini 30 cm. Zbijenost podloge mora biti oko $M_s=30$ MPa tj. takva da omogućava nesmetano kretanje predviđene mehanizacije neovisno o vremenskim prilikama (oborine duljeg trajanja).

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

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

2.3 GEODETSKI RADOVI

Geodetski radovi obuhvaćaju iskolčenje svih relevantnih podataka kojima se podaci iz ovog projekta prenose na gradilište. Iskolčenje treba izvršiti s točnošću $\pm 2,0$ cm visinski i položajno. Osnovne elemente iskolčenja potrebno je osigurati. Nacrta 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 da za vrijeme građenja kontinuirano prati ispravnost iskolčenih točaka. Nestale ili oštećene pojedine točke za vrijeme izvođenja, izvođač će obnoviti na vlastiti trošak.

2.4 IZVOĐENJE MLAZNOINJEKTIRANIH STUPNJAKA PROMJERA Φ 80CM

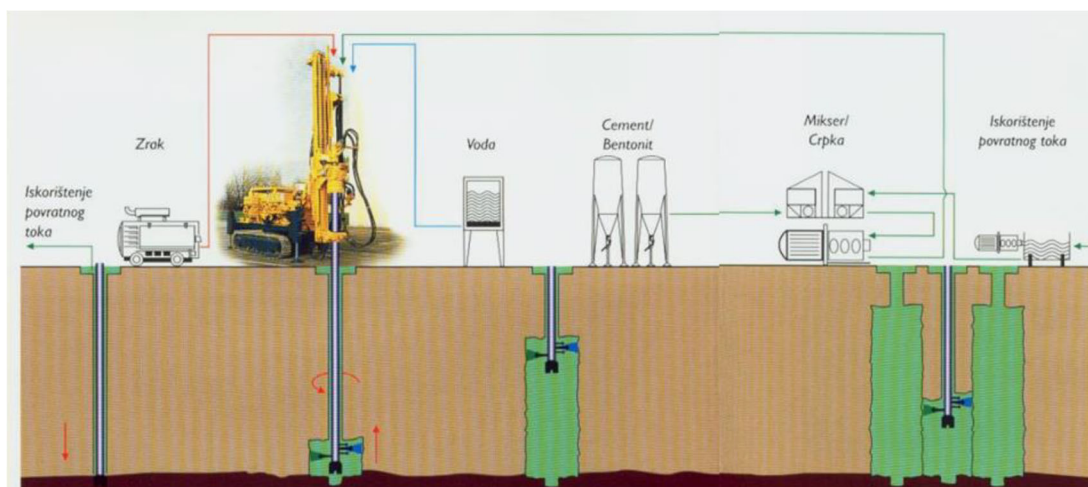
2.4.1 Opis tehnologije

Projektirani su mlaznoinjektirani stupnjaci $\Phi 80$ cm, duljine 10,0 m i 6,00m. Izvode se jednofluidnom tehnologijom.

Postupkom mlaznog injektiranja određeni volumen tla pretvara se u zemljani mort pri čemu se razbija struktura tla pomoću visoko energetskog 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.

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.

Mlaznoinjektirani stupnjaci se u ovom projektu tretiraju kao mjera poboljšanja tla s primarnim ciljem smanjenja slijeganja. Postupak izvođenja mlaznog injektiranja provodi se u 4 faze: bušenje, rezanje, soilcretiranje i proširenje (slika 2.).



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 $d = 80 \text{ cm}$.

Bušenje tla vrši se bušaćim šipkama s nosačem mlaznica i bušaćom 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 bušaću 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 t/m³ 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/mm² 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: Shibazaki 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 parametre 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 ± 1 cm.

- Postavljanje bušaćeg 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 bušaćeg pribora nalaze se dvije mlaznice koje imaju otvore okomito na os bušaćeg 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 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 200 kg cementa (oko 200 l injekcijske smjese)

2.4.2 Početni parametri mlaznog injektiranja

Početni parametri mlaznog injektiranja (jednofluidno) su:

- | | |
|--|--------------|
| - tlak injektiranja | cca 400 bara |
| - utrošak suhe tvari injekcijske smjese po m' stupnjaka su | min 200 kg |
| - vodocementni faktor | 1,00 |
| - broj mlaznica | 2 |
| - promjer mlaznica | 2 mm |
| - visina podizanja pribora | 8 cm |
| - trajanje injektiranja na nekom nivou | 15 sek |
| - minimalno dva okretaja na nivou | 2okr/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 $\Delta = 6$ cm (rad s dvije mlaznice), injektiranje na nekom nivou trajalo bi približno 15 sek.

Očekivana prosječna tlačna čvrstoća stupnjaka (zemljobetona – soil-crete) izvedenog jednofluidnim sustavom u CL/CH glini je oko 2 MPa (knjiga „Mlazno injektiranje“, Conex 1997., str 9, tablica 3).

2.4.3 Injekcijska smjesa

Mlazno injektiranje izvest će se smjesama na bazi cementa. Predviđa se korištenje cementa CEM II, 42,5 N.. Predviđeni vodocementni faktor (w/c) je 1,00.

Injekcijska smjesa je slijedećeg sastava:

- cement 1100 kg
- voda 1000 l

U toku 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 400 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

2.4.4 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).

2.5 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 - beton i mlazni beton. Prethodnim laboratorijskim ispitivanjem određuju se njihovi sastavi a kontrolnim ispitivanjem provjeravaju se potrebni parametri sukladno projektnim zahtjevima.

Laboratorijska ispitivanja injekcijske smjese 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,
- promjena zapremnine,
- 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 C30/37.

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.

Tlačna 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 30 MPa za starost 28 dana, ili 10 MPa za starost 7 dana ako je osnovana na proračunu vjerojatne 28-dnevne iz 7-dnevne čvrstoće

2.6 ZEMLJANI RADOVI

Iskope je potrebno izvesti u privremeno stabilnom nagibu 2:1 – 1:1. Sa iskopom se može započeti minimalno 15 dana nakon završetka izvedbe mlazno injektiranih stupnjaka.

2.7 OPAŽANJA SLIJEGANJA OBJEKTA

Predviđeno je geodetsko praćenje pomaka objekta, 6 geodetskih repera (po dva repera na svakoj dilataciji) . Tražena točnost je ± 1 mm.

Geodetsko praćenje slijeganja

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

Dinamika opažanja pomaka

Opažanje pomaka pomoću geodetskog mjerenja obavlja se za vrijeme izvedbe objekta. Predviđeno je 4 opažanja, a prvo je obavezno neposredno nakon izvedbe svih mlaznoinjektiranih stupnjaka na objektu. Za svaku grupu mjerenja, ovisno o rezultatima, naknadno će se prema potrebi odrediti nova dinamika, odnosno završetak mjerenja.

Praćenje slijeganja potrebno je izvoditi kako slijedi:

- nulto (0.) geodetsko mjerenje (opažanje) provodi se nakon završetka izvedbe dijela prizemlja objekta (reper se postavlja na zid obodne konstrukcije)
- prvo (1.) geodetsko mjerenje na reperima provodi se nakon izvedbe $\frac{1}{2}$ visine objekta
- drugo(2.) geodetsko mjerenje na reperima provodi se nakon izvedbe cijelog objekta
- treće (3.) geodetsko mjerenje na reperima provodi se 3 mjeseca nakon izvedbe cijelog objekta



ADRIA GRAĐEVINSKI PROJEKTI d.o.o.
za projektiranje i nadzor u graditeljstvu

Projekt: Geotehnički projekt poboljšanja temeljnog tla
Investitor: GRAD DUGA RESA, Trg Sv. Jurja 1, 47250
Duga Resa
Građevina: Dom za starije i nemoćne osobe i
višenamjenska dvorana
Br. projekta.: GP-GEO-20-26
Mjesto i datum: Šibenik, ožujak 2026.

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



3 GEOSTATIČKI PRORAČUNI

3.1 PRORAČUNSKE VRIJEDNOSTI GEOTEHNIČKIH PARAMETARA

Na osnovi rezultata ispitivanja i podataka iz geot.istr.radova usvojen je sljedeći proračunski model tla:

Model tla A: Dilatacija A1, dilatacija A2 i polovina dilatacija A3, te višenamjenska dvorana

Sloj	Dubina (m)	Zapreminska težina tla γ (kN/m ³)	Drenirana kohezija c' (kPa)	Drenirani kut unutrašnjeg trenja φ' (°)	Nedrenirana čvrstoća C_u (kPa)	Modul stižljivosti M_k (kPa)
CI/CH	0-3	19	5	20	30	2 000
CI	3-8	20	10	25	80	4 000
CI	>8	20	10	25	80	8 000

GLINA CI/CH SREDNJE DO VISOKE PLASTIČNOSTI SREDNJE GNJEČIVE KONZISTENCIJE, SIVE DO SIVOSMEĐE

BOJE (do -3,00m)

Zapreminska težina tla:	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
Kut unutrašnjeg trenja:	$\Phi = 20^\circ$
Kohezija:	$c' = 5 \text{ kPa}$
Nedrenirana čvrstoća tla	$c_u = 30 \text{ kPa}$
Broj udaraca SPT-a	$N = 3$
Modul stižljivosti	$M_v = 2000 \text{ kPa}$

GLINA CI SREDNJE PLASTIČNOSTI SREDNJE KONZISTENCIJE, ŽUTOSMEĐE BOJE (od -3,00 do -8,00m)

Zapreminska težina tla:	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
Kut unutrašnjeg trenja:	$\Phi = 25^\circ$
Kohezija:	$c' = 10 \text{ kPa}$
Broj udaraca SPT-a	$N = 6$
Modul stižljivosti	$M_v = 4000 \text{ kPa}$

GLINA CI SREDNJE PLASTIČNOSTI KRUTE KONZISTENCIJE, ŽUTOSMEĐE BOJE (8,00m-10,00m)

Zapreminska težina tla:	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
Kut unutrašnjeg trenja:	$\Phi = 25^\circ$
Kohezija:	$c' = 10 \text{ kPa}$
Broj udaraca SPT-a	$N = 10$
Modul stižljivosti	$M_v = 8000 \text{ kPa}$



TROŠNA STIJENA – PODLOGA (> -10,00m)

Zapreminska težina tla:	$\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$
Kut unutrašnjeg trenja:	$\Phi = 25^\circ$
Kohezija:	$c' = 50 \text{ kPa}$
Broj udaraca SPT-a	$N = 35-40$
Modul stišljivosti	$M_v = 100.000 \text{ kPa}$

Podzemna voda

U proračunskom modelu, razina podzemne vode je postavljena na dubini -1,00m.

Model tla B: Istočna polovica dilatacije A3

Sloj	Dubina (m)	Zapreminska težina tla, γ (kN/m ³)	Kohezija, c' (kPa)	Kut unutr.trenja, ϕ (°)	Nedrenirana čvrstoća, c_u (kPa)	Modul stišljivosti, M_v (kPa)
CI	2,00	20	10	25	80	4000
CI	4,00	20	10	25	80	8000
Trošna stijena	>4,00	22	50	25	300	100.000

GLINA CI SREDNJE PLASTIČNOSTI SREDNJE KONZISTENCIJE, ŽUTOSMEĐE BOJE (od 0,00 do -2,00m)

Zapreminska težina tla:	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
Kut unutrašnjeg trenja:	$\Phi = 25^\circ$
Kohezija:	$c' = 10 \text{ kPa}$
Broj udaraca SPT-a	$N = 6$
Modul stišljivosti	$M_v = 4000 \text{ kPa}$

GLINA CI SREDNJE PLASTIČNOSTI KRUTE KONZISTENCIJE, ŽUTOSMEĐE BOJE (od -2,00 do -4,00m)

Zapreminska težina tla:	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
Kut unutrašnjeg trenja:	$\Phi = 25^\circ$
Kohezija:	$c' = 10 \text{ kPa}$
Broj udaraca SPT-a	$N = 10$
Modul stišljivosti	$M_v = 8000 \text{ kPa}$

TROŠNA STIJENA – PODLOGA (> -4,00m)

Zapreminska težina tla:	$\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$
Kut unutrašnjeg trenja:	$\Phi = 25^\circ$
Kohezija:	$c' = 50 \text{ kPa}$



ADRIA GRAĐEVINSKI PROJEKTI d.o.o.
za projektiranje i nadzor u graditeljstvu

Projekt: Geotehnički projekt poboljšanja temeljnog tla
Investitor: GRAD DUGA RESA, Trg Sv. Jurja 1, 47250 Duga Resa
Građevina: Dom za starije i nemoćne osobe i višenamjenska dvorana
Br. projekta.: GP-GEO-20-26
Mjesto i datum: Šibenik, ožujak 2026.

Broj udaraca SPT-a

N=35-40

Modul stišljivosti

M_v=100.000 kPa

Podzemna voda

U proračunskom modelu, razina podzemne vode je postavljena na dubini -1,00m.

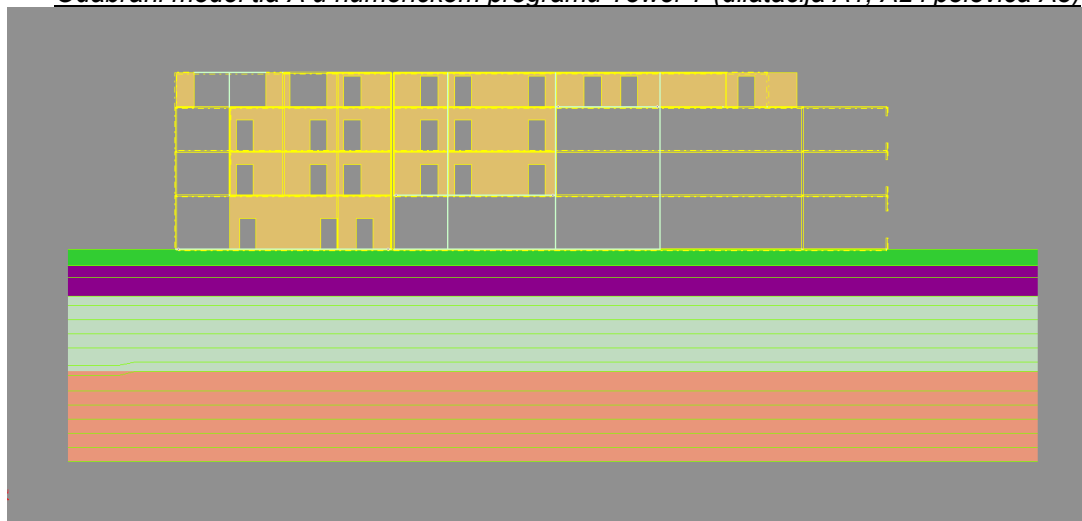
3.2 PRORAČUNI SLIJEGANJA DOMA ZA STARIJE I NEMOĆNE

3.2.1 Proračunski model

Proračuni slijeganja temeljnog tla su rađeni prije i poslije poboljšanja temeljnog tla mlaznim injektiranjem. Kako bi se dobio što realniji prijenos opterećenja na temeljno tlo, proračuni slijeganja su rađeni zajedno s proračunom konstrukcije u numeričkom programu Tower 7.

Tlo je modelirano kao beskonačni poluprostor. Parametri krutosti svakog pojedinog sloja temeljnog tla su zadani preko modula elastičnosti i Poissonovog koeficijenta. Opterećenje na konstrukciju je zadano od vlastite težine, dodatnog stalnog opterećenja, korisnog opterećenja i snijega.

Odabrani model tla A u numeričkom programu Tower 7 (dilatacija A1, A2 i polovica A3):



Podaci poluprostora

Podaci o slojevima

No	Ime sloja
1	GLINA CH - iznad PV
2	GLINA CH - ispod PV
3	GLINA CI/CH
4	GLINA CI
5	STIJENA

Koordinate bušotina

No	X [m]	Y [m]
1	-45.00	-40.00
2	-45.00	0.00
3	-5.00	5.00

Podaci za bušotinu 1

No	Ime sloja	S vrha [m]	S dna [m]	E [kN/m ²]	Eh [kN/m ²]	v	γ [kN/m ³]
1	GLINA CH - iznad PV	0.00	-1.00	1.0000e+003	1.0000e+003	0.40	19.00
2	GLINA CH - ispod PV	-1.00	-3.00	1.0000e+003	1.0000e+003	0.40	9.00
3	GLINA CI/CH	-3.00	-8.00	2.7000e+003	2.7000e+003	0.33	10.00
4	GLINA CI	-8.00	-15.00	5.4000e+003	5.4000e+003	0.33	10.00
5	STIJENA	-15.00	-15.00	1.0000e+005	1.0000e+005	0.25	22.00






Podaci za bušotinu 2

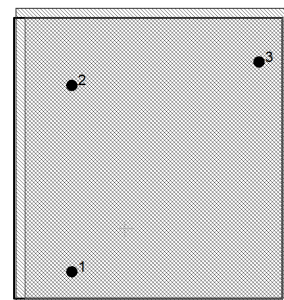
No	Ime sloja	S vrha [m]	S dna [m]	E [kN/m ²]	Eh [kN/m ²]	v	γ [kN/m ³]
1	GLINA CH - iznad PV	0.00	-1.00	1.0000e+003	1.0000e+003	0.40	19.00
2	GLINA CH - ispod PV	-1.00	-3.00	1.0000e+003	1.0000e+003	0.40	9.00
3	GLINA CI/CH	-3.00	-8.00	2.7000e+003	2.7000e+003	0.33	10.00
4	GLINA CI	-8.00	-15.00	5.4000e+003	5.4000e+003	0.33	10.00
5	STIJENA	-15.00	-15.00	1.0000e+005	1.0000e+005	0.25	22.00

Podaci za bušotinu 3

No	Ime sloja	S vrha [m]	S dna [m]	E [kN/m ²]	Eh [kN/m ²]	v	γ [kN/m ³]
1	GLINA CH - iznad PV	0.00	0.00	1.0000e+003	1.0000e+003	0.40	19.00
2	GLINA CH - ispod PV	0.00	0.00	1.0000e+003	1.0000e+003	0.40	9.00
3	GLINA CI/CH	0.00	-2.00	2.7000e+003	2.7000e+003	0.33	10.00
4	GLINA CI	-2.00	-4.00	5.4000e+003	5.4000e+003	0.33	10.00
5	STIJENA	-4.00	-15.00	1.0000e+005	1.0000e+005	0.25	22.00

Podaci o slojevima

Nº	Ime sloja	Zaslon
1	GLINA CH - iznad PV	
2	GLINA CH - ispod PV	
3	GLINA CI/CH	
4	GLINA CI	
5	STIJENA	

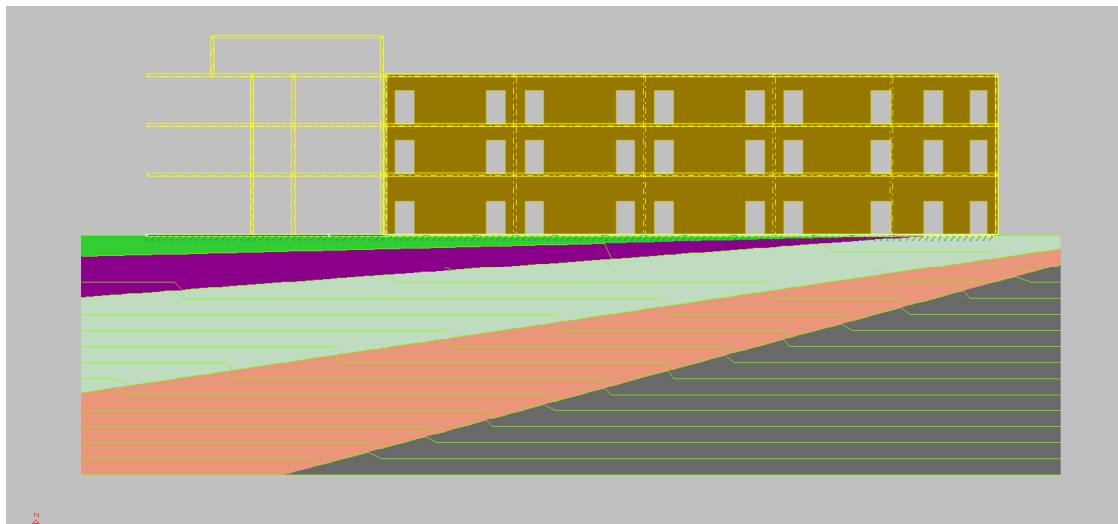




ADRIA GRAĐEVINSKI PROJEKTI d.o.o.
za projektiranje i nadzor u graditeljstvu

Projekt: Geotehnički projekt poboljšanja temeljnog tla
Investitor: GRAD DUGA RESA, Trg Sv. Jurja 1, 47250 Duga Resa
Građevina: Dom za starije i nemoćne osobe i višenamjenska dvorana
Br. projekta.: GP-GEO-20-26
Mjesto i datum: Šibenik, ožujak 2026.

Odabrani model tla B u numeričkom programu Tower 7 (druga polovica A3):



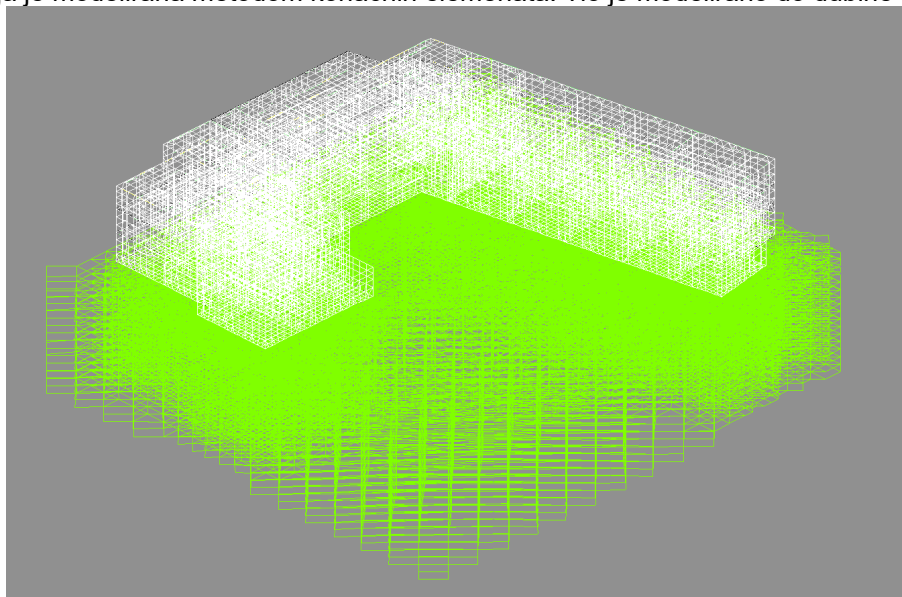
Modul elastičnosti svakog pojedinog sloja je određen preko poznate korelacije iz Modula stižljivosti i Poissonovog koeficijenta:

$$E' = \frac{M_v \cdot (1 - 2\nu) \cdot (1 + \nu)}{(1 - \nu)}$$

Utjecaj podzemne vode je zadan preko zapreminske težine $\gamma' = \gamma - \gamma_w$ ($\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$)

Mjerodavna kombinacija opterećenja na temeljno tlo za *granično stanje uporabljivosti*: 1,0 x stalno + 1,0 x korisno.

Tlo i konstrukcija je modelirana metodom konačnih elemenata. Tlo je modelirano do dubine 15m

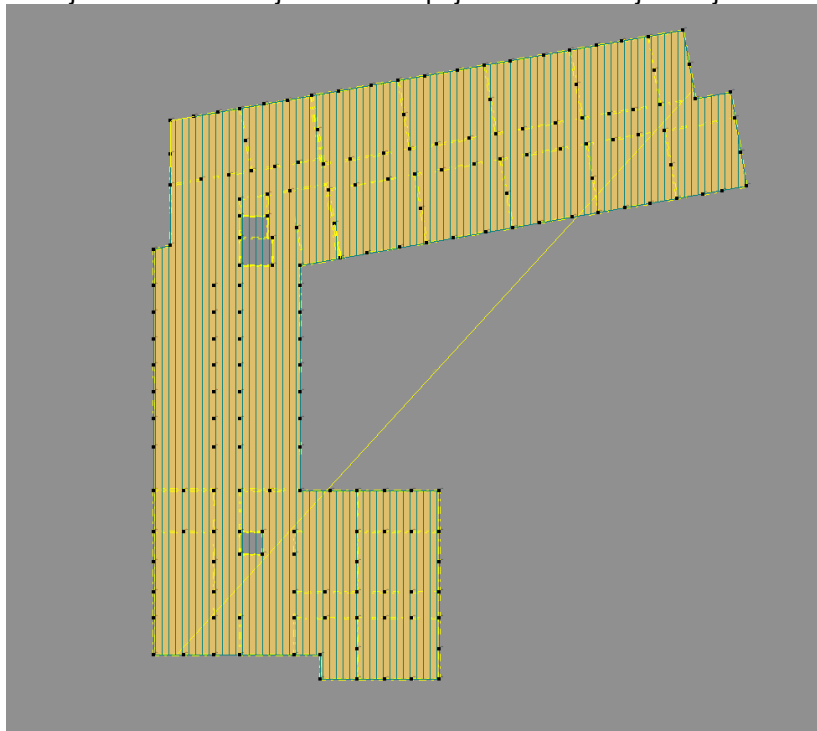


3.2.2 Modeliranje mlazno injektiranih stupnjaka

Proračun slijeganja temeljnog tla nakon poboljšanja temeljnog tla mlaznim injektiranjem rađen je iterativno pomoću numeričkog programa za izračun konstrukcija (Tower 7) i numeričkog programa za izračun grupe pilota GEO 5 – Pile group).

Prvotno je simulirana interakcija tla i temeljne konstrukcije pomoću programa Tower 7 u kojem je tlo zadano kao beskonačni poluprostor. Parametri krutosti temeljnog tla su zadani preko modula elastičnosti i Poissonovog koeficijenta. Na ovakav način dobije se realniji prijenos opterećenja na temeljno tlo.

Na mjestima mlazno injektiranih stupnjaka modeliran je ležaj određene krutosti u vertikalnom smjeru.



Nakon sprovedenog numeričkog proračuna, dobivene su reakcije na pozicijama ležajeva (mlazno injektirani stupnjaci). Odabrana su dva najviše opterećena stupnjaka posebno za dilatacije A1 i A2, posebno za dilataciju A3. Očitane reakcije su za kombinaciju opterećenja: stalno + korisno. S tom silom je izvršena provjera stupnjaka u numeričkom programu GEO 5 (Pile group). Nakon dobivenog slijeganja i izračunatog novog Winklerovog koeficijenta, ponovno je izvršen proračun u programu Tower 7 i tako iterativno sve dok se ne dobije isti Winklerov koeficijent reakcije tla.

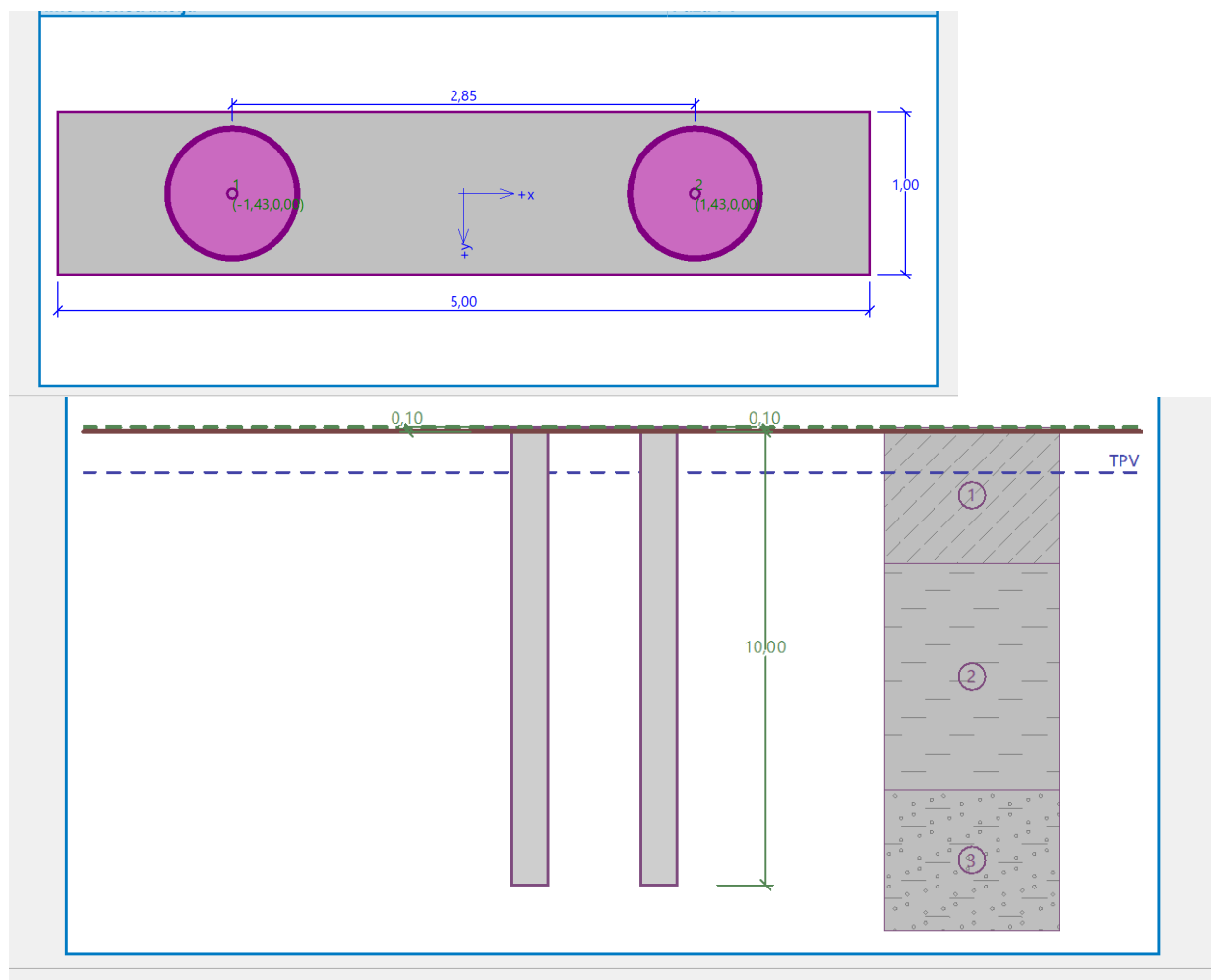
1. ITERACIJA: Winklerov koeficijent reakcije tla ispod svih mlazno injektiranih stupnjaka = $1,7 \cdot 10^4$ kN/m'. Reakcija dobivena na mjestu stupnjaka za dilataciju A1 i A2 iznosi 575 kN i 562 kN, dok za dilataciju A3 iznosi 2 x 450 kN

Promatraju se dva najopterećenija stupnjaka ispod središnjih nosivih zidova. Mlazno injektirani stupnjaci su modelirani kao beton razreda tlačne čvrstoće C 12/15, naglavna ploča je uzeta minimalno 10cm (program ne dozvoljava manju debljinu). Vlastita težina temeljne ploče i temeljnih vuta je uračunata u stalno opterećenje na ležaj u numeričkom programu Tower 7.



ADRIA GRAĐEVINSKI PROJEKTI d.o.o.
za projektiranje i nadzor u graditeljstvu

Projekt: Geotehnički projekt poboljšanja temeljnog tla
Investitor: GRAD DUGA RESA, Trg Sv. Jurja 1, 47250 Duga Resa
Građevina: Dom za starije i nemoćne osobe i višenamjenska dvorana
Br. projekta.: GP-GEO-20-26
Mjesto i datum: Šibenik, ožujak 2026.



- **1. Iteracija DILATACIJA A1, A2 i polovica A3: REZULTATI SLIJEGANJA MLAZNO INJEKTIRANIH STUPNJAKA ZA VERT.OPTEREĆ, $Q=(575 \text{ kN} + 562\text{kN}) / \text{stupnjaku} = 1137 \text{ kN} / \text{grupa stupnjaka}$ (program Geo 5 pile group)**

Analiza slijeganja skupine pilota u kohezivnih tlima

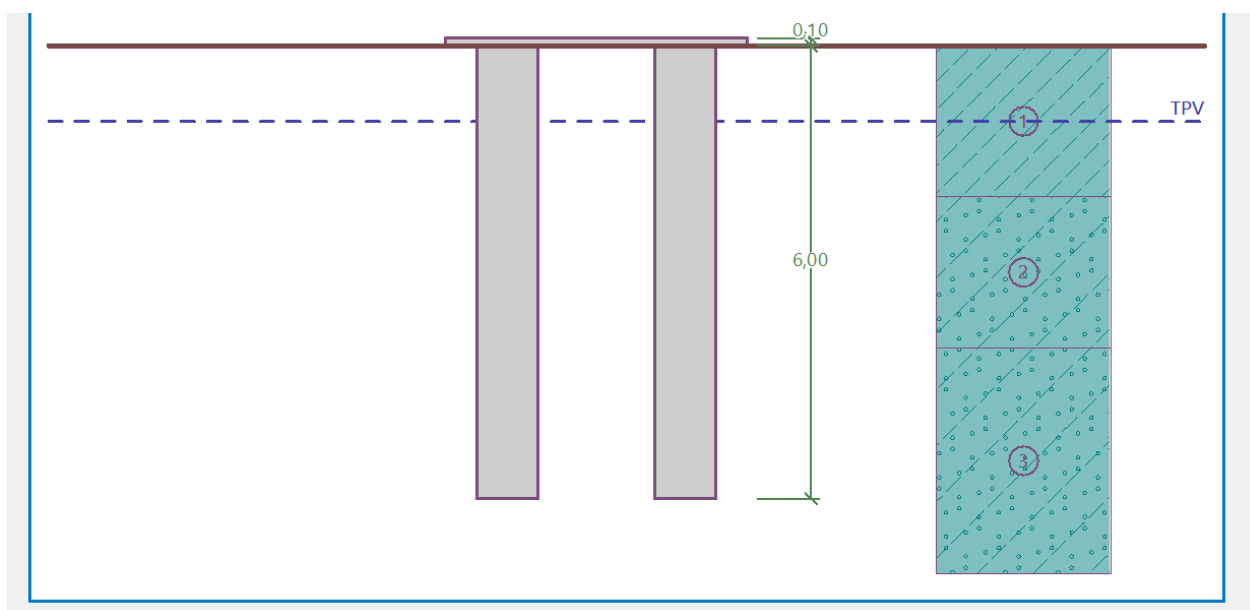
Maks. vertikalna sila uključujući težinu naglavne ploče

Pronađena zamjena dubine. $d = 6,67 \text{ m}$
Minimalno uslužno opterećenje $N = 1137,00 \text{ kN}$
Dubina uplivne cone $h = 4,64 \text{ m}$
Slijeganje skupine pilota $s = 56,3 \text{ mm}$

Za dobiveno slijeganje $s=5,63 \text{ cm}$ i opterećenje $Q=1137 \text{ kN}$, dobije se:

Winklerov koeficijent krutosti tla, $k_s = 1137 \text{ kN} / 0,0563 \text{ m} = \mathbf{2.02 \cdot 10^4 \text{ kN/m}^2/\text{m}}$

- **1. Iteracija istočna polovica DILATACIJE A3: REZULTATI SLIJEGANJA MLAZNO INJEKTIRANIH STUPNJAKA ZA VERT.OPTEREĆ, $Q=(2*450\text{kN})$ / stupnjaku = 900 kN / grupa stupnjaka (program Geo 5 pile group)**



Analiza slijeganja skupine pilota u kohezivnih tlima

Maks. vertikalna sila uključujući težinu naglavne ploče

Pronađena zamjena dubine.	$d = 4,00 \text{ m}$
Minimalno uslužno opterećenje	$N = 900,00 \text{ kN}$
Dubina uplivne cone	$h = 4,69 \text{ m}$
Slijeganje skupine pilota	$s = 2,6 \text{ mm}$

Za dobiveno slijeganje $s=0,26 \text{ cm}$ i opterećenje $Q=900\text{kN}$, dobije se:

Winklerov koeficijent krutosti tla, $k_s = 900 \text{ kN} / 0,0026\text{m} = 3,46*10^5 \text{ kN/m'}$

- **2. Iteracija DILATACIJA A1, A2 i polovica A3: REZULTATI SLIJEGANJA MLAZNO INJEKTIRANIH STUPNJAKA ZA VERT.OPTEREĆ, $Q=(596 \text{ kN} + 575\text{kN})$ / stupnjaku = 1171 kN / grupa stupnjaka (program Geo 5 pile group)**

Analiza slijeganja skupine pilota u kohezivnih tlima

Maks. vertikalna sila uključujući težinu naglavne ploče

Pronađena zamjena dubine.	$d = 6,67 \text{ m}$
Minimalno uslužno opterećenje	$N = 1171,00 \text{ kN}$
Dubina uplivne cone	$h = 4,70 \text{ m}$
Slijeganje skupine pilota	$s = 58,1 \text{ mm}$

Za dobiveno slijeganje $s=5,81 \text{ cm}$ i opterećenje $Q=1171 \text{ kN}$, dobije se:

Winklerov koeficijent krutosti tla, $k_s = 1171 \text{ kN} / 0,0581 \text{ m} = 2,02*10^4 \text{ kN/m'kN/m'}$



Za dilataciju A1, A2 i polovinu dilatacije A3, nakon 2. iteracije, USVAJA SE WINKLEROV KOEFICIJENT REAKCIJE PODLOGE, $k_s=2,02 \cdot 10^4$ kN/m'

- **2. Iteracija istočna polovica DILATACIJE A3: REZULTATI SLIJEGANJA MLAZNO INJEKTIRANIH STUPNJAKA ZA VERT.OPTEREĆ, $Q=(2 \times 1870\text{kN})$ / stupnjaku = 3740 kN / grupa stupnjaka (program Geo 5 pile group)**

Analiza slijeganja skupine pilota u kohezivnih tlima
Maks. vertikalna sila uključujući težinu naglavne ploče

Pronađena zamjena dubine.	d = 4,00 m
Minimalno uslužno opterećenje	N = 3740,00 kN
Dubina uplivne cone	h = 8,77 m
Slijeganje skupine pilota	s = 11,8 mm

Za dobiveno slijeganje $s=1,18$ cm i opterećenje $Q=3740$ kN, dobije se:

Winklerov koeficijent krutosti tla, $k_s = 3740 \text{ kN} / 0,018 \text{ m} = 2,08 \cdot 10^5 \text{ kN/m}^2/\text{kN/m}'$

- **3. Iteracija istočna polovica DILATACIJE A3: REZULTATI SLIJEGANJA MLAZNO INJEKTIRANIH STUPNJAKA ZA VERT.OPTEREĆ, $Q=(2 \times 1500\text{kN})$ / stupnjaku = 3000 kN / grupa stupnjaka (program Geo 5 pile group)**

Analiza slijeganja skupine pilota u kohezivnih tlima
Maks. vertikalna sila uključujući težinu naglavne ploče

Pronađena zamjena dubine.	d = 4,00 m
Minimalno uslužno opterećenje	N = 3000,00 kN
Dubina uplivne cone	h = 7,99 m
Slijeganje skupine pilota	s = 9,4 mm

Za dobiveno slijeganje $s=0,094$ cm i opterećenje $Q=3000\text{kN}$, dobije se:

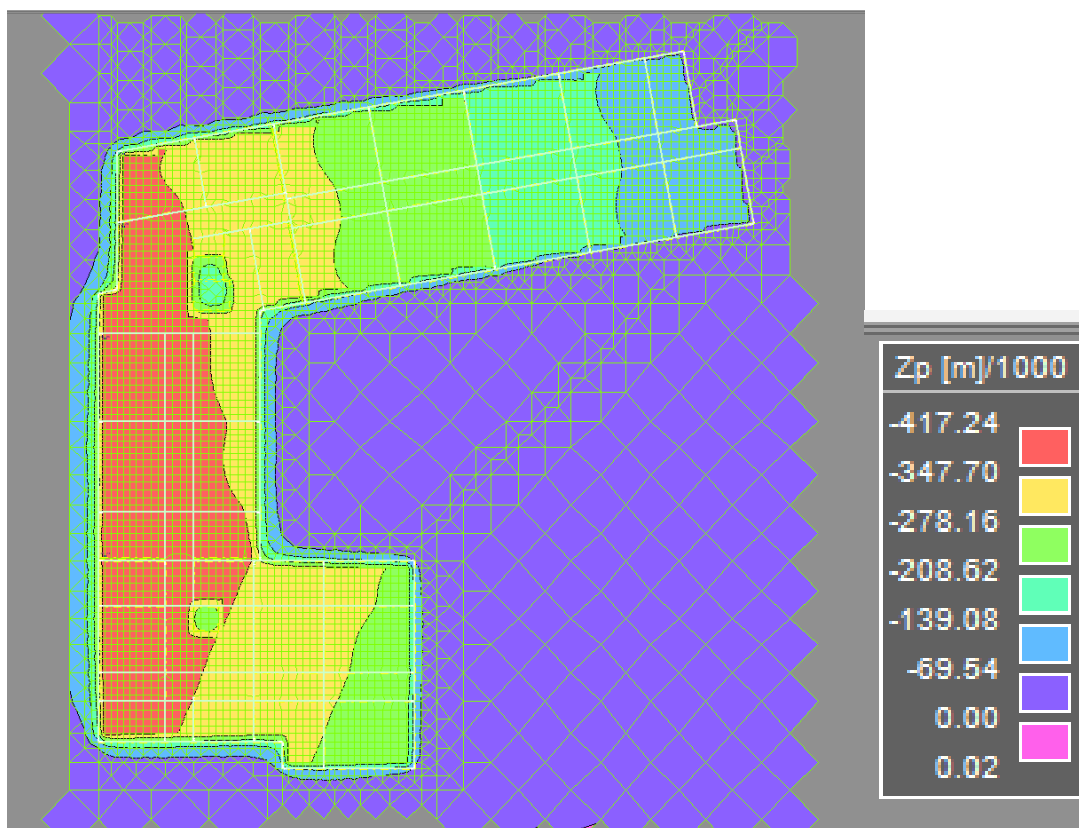
Winklerov koeficijent krutosti tla, $k_s = 3000 \text{ kN} / 0,0094 \text{ m} = 3,20 \cdot 10^5 \text{ kN/m}^2/\text{kN/m}'$

Za drugu polovinu dilatacije A3, nakon 3. iteracije, USVAJA SE WINKLEROV KOEFICIJENT REAKCIJE PODLOGE, $k_s=3,20 \cdot 10^5$ kN/m'

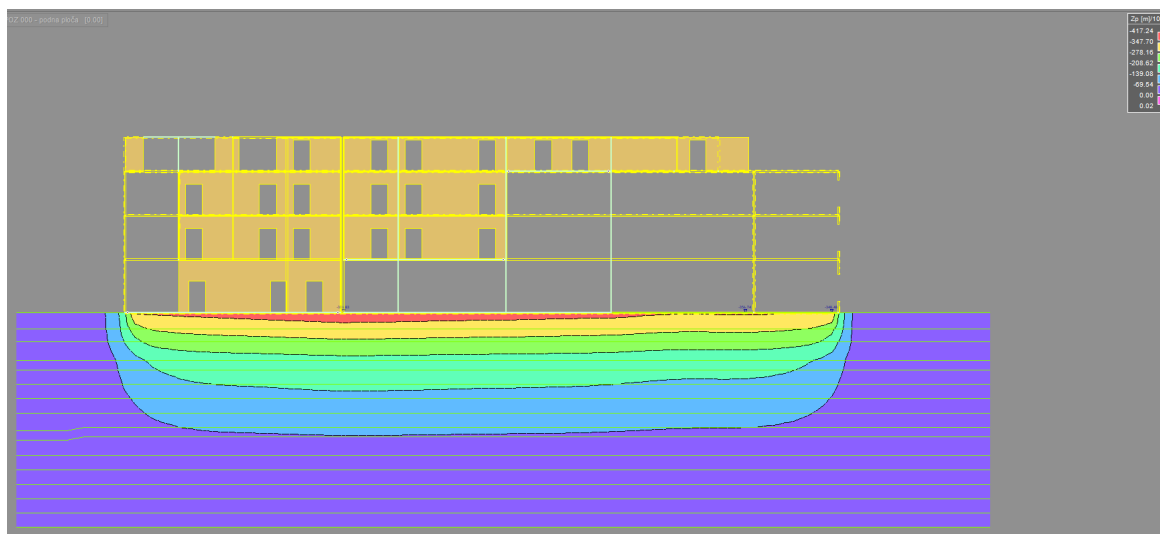
Konačno je usvojen proračunski model sa slojevima tla i točkastim ležajevima na poziciji mlazno injektiranih stupnjaka. Rezultati slijeganja ispod temeljne ploče i stupnjaka su prikazani u nastavku.

3.2.3 Rezultati proračuna slijeganja prije poboljšanja temeljnog tla

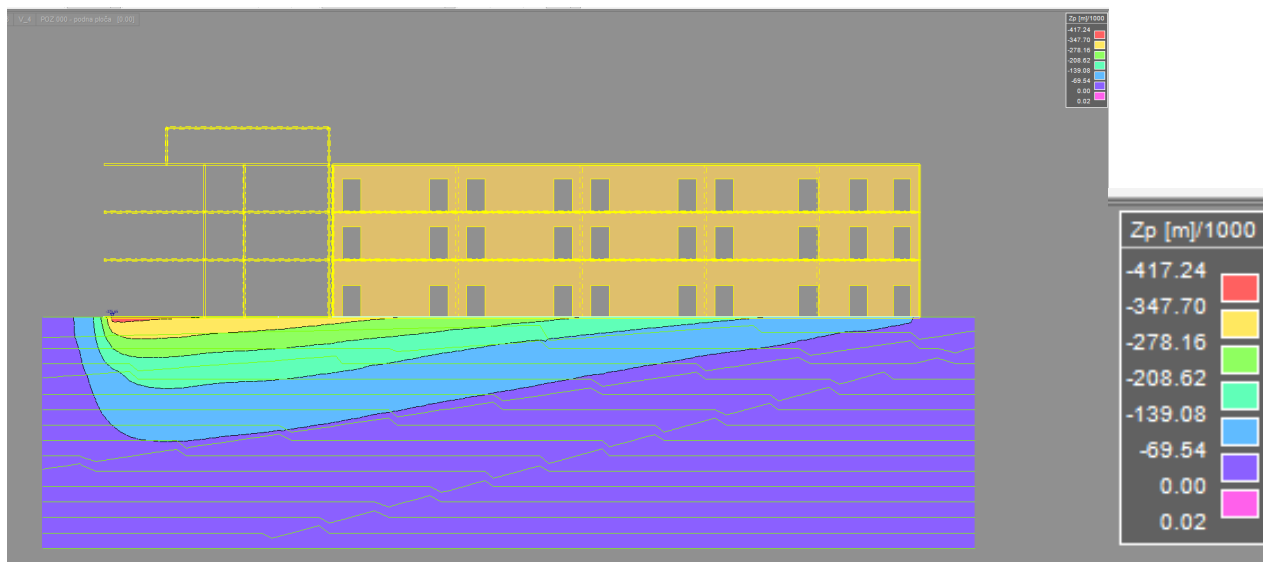
- *Rezultati slijeganja temeljnog tla prije poboljšanja za kombinaciju stalno + korisno ($s_w = 41,7 \text{ cm}$)*



- *Rezultati slijeganja dilatacije A1 I A2 prije poboljšanja temeljnog tla*

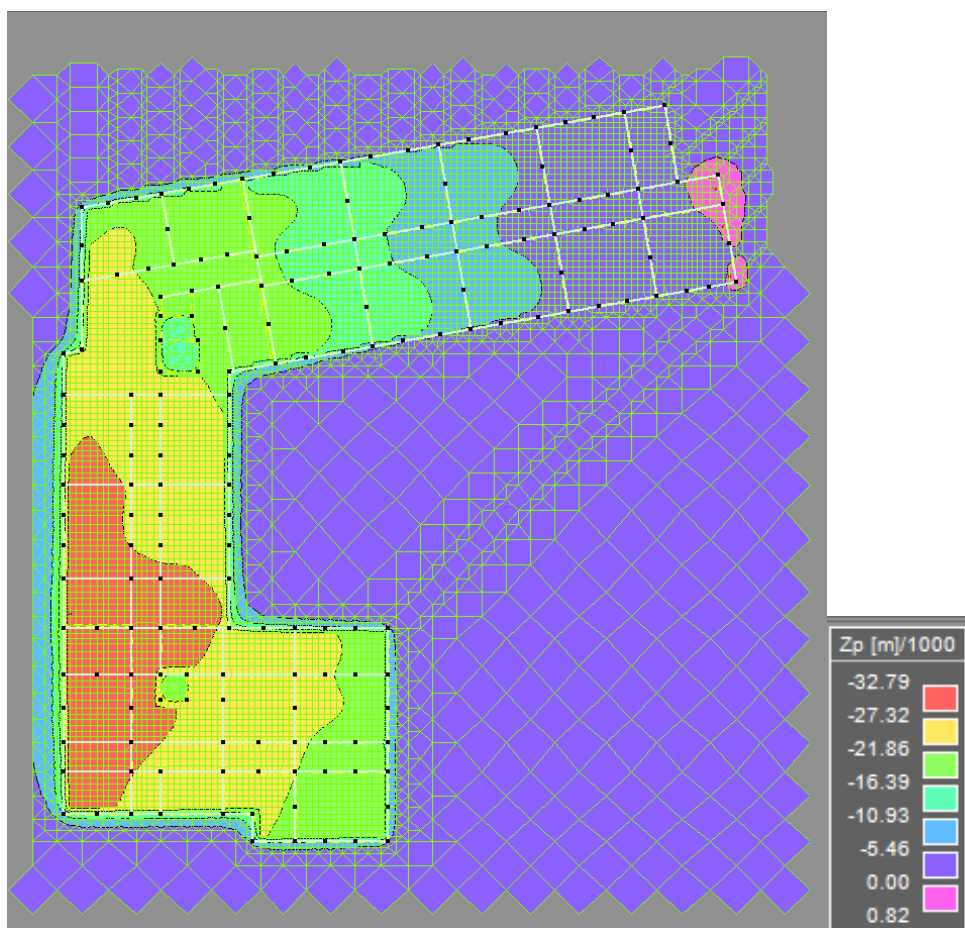


- Rezultati slijeganja dilatacije A3 prije poboljšanja temeljnog tla

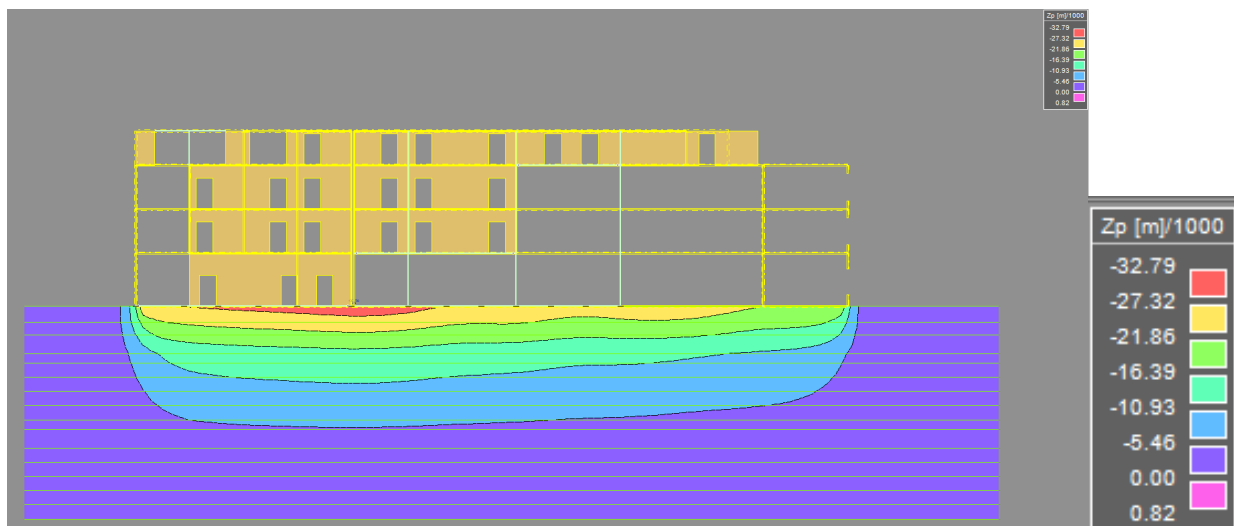


3.2.4 Rezultati proračuna slijeganja nakon poboljšanja temeljnog tla

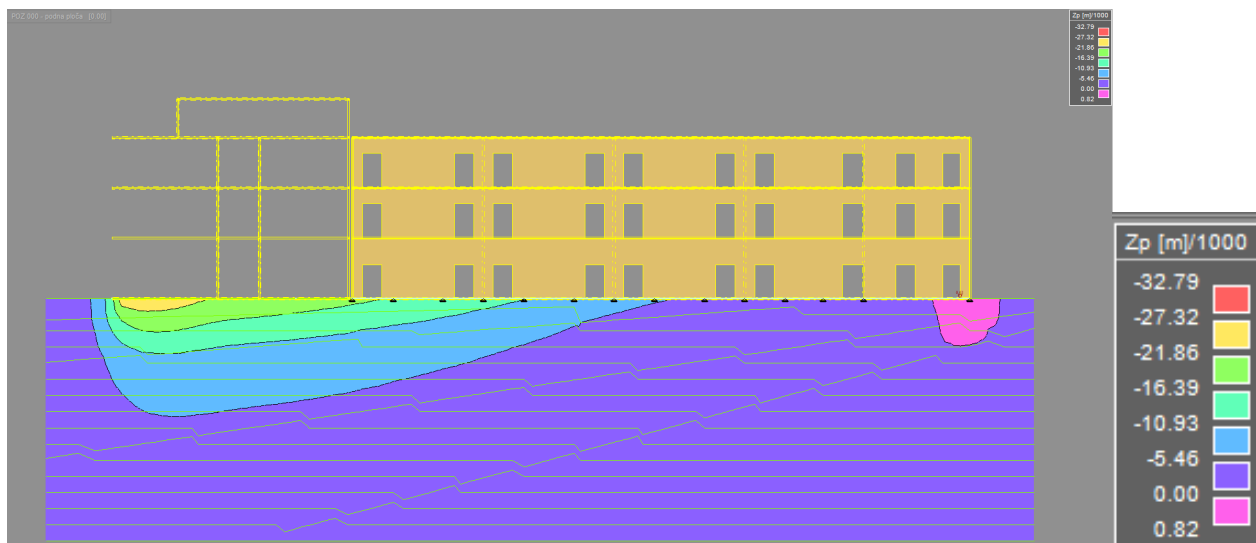
- Rezultati slijeganja temeljne konstrukcije na poboljšanom tlu mlaznim injektiranjem za kombinaciju stalno + korisno ($s_w = 3,3\text{cm}$)



- Rezultati slijeganja dilatacije A1 I A2 nakon poboljšanja temeljnog tla



- Rezultati slijeganja dilatacije A3 nakon poboljšanja temeljnog tla



KOMENTAR PRORAČUNA

Slijeganje objekta bez poboljšanja temeljnog tla ispod dilatacije A1 i A2 iznosi 25-41,0 cm, a ispod dilatacije A3 od 7-28cm što je prevelika vrijednost. Modeliranjem mlazno injektiranih stupnjaka je procijenjena vrijednost slijeganja pala na max. 3,30 cm ispod dilatacije A1 i A2 te 2cm do 0,50cm ispod dilatacije A3 što znači da su mlazno injektirani stupnjaci $\phi=80$ cm duljine 10,00m i 6,00m dobro projektirani i da je njihova količina potrebna i opravdana na ovom projektu.



3.2.5 Rezultati proračuna nosivosti grupe pilota

Proračun nosivosti grupe od dva mlazno injektirana stupnjaka rađen je u numeričkom programu GEO 5 (Pile Group).

Projektna otpornost tla će se provjeriti prema normi za geotehničko projektiranje HRN EN 1997-1:2012 i pripadajućim Nacionalnim dodatkom HRN EN 1997-1:2012/NA:2012 prema proračunskom pristupu 3.

Tablica 1. Tri projektna pristupa za granična stanja STR i GEO, kombinacije skupnih parcijalnih faktora

Kontrola globalne stabilnosti za granično stanje GEO prema HRN EN1997-1:2012 će se provjeriti prema proračunskom pristupu 3.

Projektni pristup 1	Projektni pristup 2	Projektni pristup 3
osno opterećeni piloti i sidra: K1 ^a : A1 + M1 + R1 K2 ^a : A2 + (M1 ^b ili M2 ^c) + R4	A1 + M1 + R2	(A1 ^d ili A2 ^e) + M2 + R3
sve ostale konstrukcije K1 ^a : A1 + M1 + R1 K2 ^a : A2 + M2 + R1		

Tablica 2. Parcijalni faktori po skupinama za granična stanja STR i GEO

Tablica A.3(HR) Parcijalni koeficijenti za djelovanja (γ_F) ili učinke djelovanja (γ_E) (STR i GEO)

Djelovanje	Simbol	Skupina	
		A1	A2
Trajno Nepovoljno	$\gamma_{G, sup}$	1,35	1,0
Povoljno	$\gamma_{G, inf}$	1,0	1,0
Promjenjivo Nepovoljno	γ_Q	1,5	1,3
Povoljno	γ_Q	0	0

Tablica A.4(HR) Parcijalni koeficijenti za parametre tla (γ_M) (STR i GEO)

Parametar tla	Simbol	Skupina	
		M1	M2
Kut unutarnjeg trenja ^a	γ_{φ}	1,0	1,25
Efektivna kohezija	γ_c	1,0	1,25
Nedrenirana posmična čvrstoća	γ_{cu}	1,0	1,4
Jednoosna tlačna čvrstoća	γ_{qu}	1,0	1,4
Obujamska težina	γ_r	1,0	1,0

^a S ovim se parcijalnim koeficijentom dijeli $\tan\varphi'$

Tablica A.6(HR) Parcijalni koeficijenti za otpornost zabijenih pilota (γ_R) (STR i GEO)

Parametar tla	Simbol	Skupina			
		R1	R2	R3	R4
Osnovica	γ_b	- ^a	1,2	1,0	- ^a
Plast (tlačni pilot)	γ_s	- ^a	1,2	1,0	- ^a
Ukupna/kombinirana (tlačni pilot)	γ_i	- ^a	1,2	1,0	- ^a
Plast (vlačni pilot)	γ_{st}	- ^a	1,2	1,0	- ^a

^a R1 i R4 nisu relevantni u Republici Hrvatskoj, jer se primjenjuju proračunski pristupi 2 i 3.



Tablica A.7(HR) Parcijalni koeficijenti za otpornost bušenih pilota (γ_R) (STR i GEO)

Parametar tla	Simbol	Skupina			
		R1	R2	R3	R4
Osnovica	γ_b	- ^a	1,2	1,0	- ^a
Plast (tlačni pilot)	γ_s	- ^a	1,2	1,0	- ^a
Ukupna/kombinirana (tlačni pilot)	γ_t	- ^a	1,2	1,0	- ^a
Plast (vlačni pilot)	γ_{st}	- ^a	1,2	1,0	- ^a

^a R1 i R4 nisu relevantni u Republici Hrvatskoj, jer se primjenjuju proračunski pristupi 2 i 3.

Tablica A.8(HR) Parcijalni koeficijenti za otpornost pilota s kontinuiranim svrdlom CFA (γ_R) (STR i GEO)

Parametar tla	Simbol	Skupina			
		R1	R2	R3	R4
Osnovica	γ_b	- ^a	1,2	1,0	- ^a
Plast (tlačni pilot)	γ_s	- ^a	1,2	1,0	- ^a
Ukupna/kombinirana (tlačni pilot)	γ_t	- ^a	1,2	1,0	- ^a
Plast (vlačni pilot)	γ_{st}	- ^a	1,2	1,0	- ^a

^a R1 i R4 nisu relevantni u Republici Hrvatskoj, jer se primjenjuju proračunski pristupi 2 i 3.

Za granično stanje GEO: $E_d < R_d$

ϕ -c redukcijom je traženi globalni faktor sigurnosti $F_{S, PRORAČUN} > F_s$

Formule kojima se koristi program Pile Group:

$$R_g = 2 \cdot l \cdot (b_x + b_y) \cdot c_{us} + N_{cg} \cdot c_{ub} \cdot b_x \cdot b_y$$

oznake: l – duljina pilota

b_x, b_y – dimenzije jezgre poprečnog presjeka tla

c_{us} – nedrenirana posmična čvrstoća tla duž plašta pilota

c_{ub} – nedrenirana posmična čvrstoća tla na bazi pilota

N_{cg} – faktor nosivosti grupe pilota

$$N_{cg} = 5 \cdot \left[\left(1 + 0,2 \cdot \frac{b_x}{b_y} \right) \cdot \left(1 + 0,2 \cdot \frac{l}{b_x} \right) \right] \quad \text{uz uvjet} \quad \frac{l}{b_x} \leq 2,5$$

$$N_{cg} = 7,5 \cdot \left(1 + 0,2 \cdot \frac{b_x}{b_y} \right) \quad \text{uz uvjet} \quad \frac{l}{b_x} > 2,5$$

Proračuna faktora sigurnosti za tlačne pilote:

$$\frac{R_g}{V_d + W_p} > SF_{cp}$$

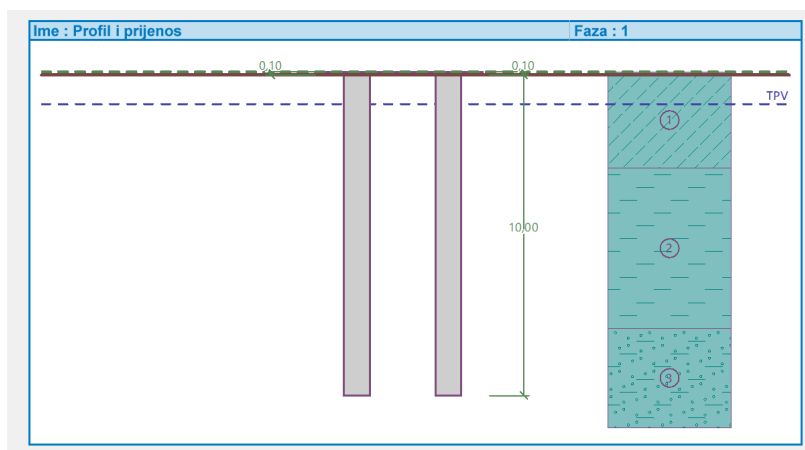
oznake: R_g – vertikalna nosivost grupe pilota
 V_d – maksimalna vertikalna sila na grupu pilota
 W_p – težina grupe pilota
 SF_{cp} -faktor sigurnosti za tlačno opterećene pilote

Proračun baziran na teoriji graničnog stanja:

$$\frac{R_g}{\gamma_t} \geq V_d + W_p$$

oznake: R_g – vertikalna nosivost grupe pilota
 V_d – maksimalna vertikalna sila na grupu pilota
 W_p – težina grupe pilota
 γ_t – faktor redukcije za ukupnu nosivost

PROVJERA NOSIVOSTI PILOTA (DILATACIJA A1, A2 I POLOVICA DILATACIJE A3):



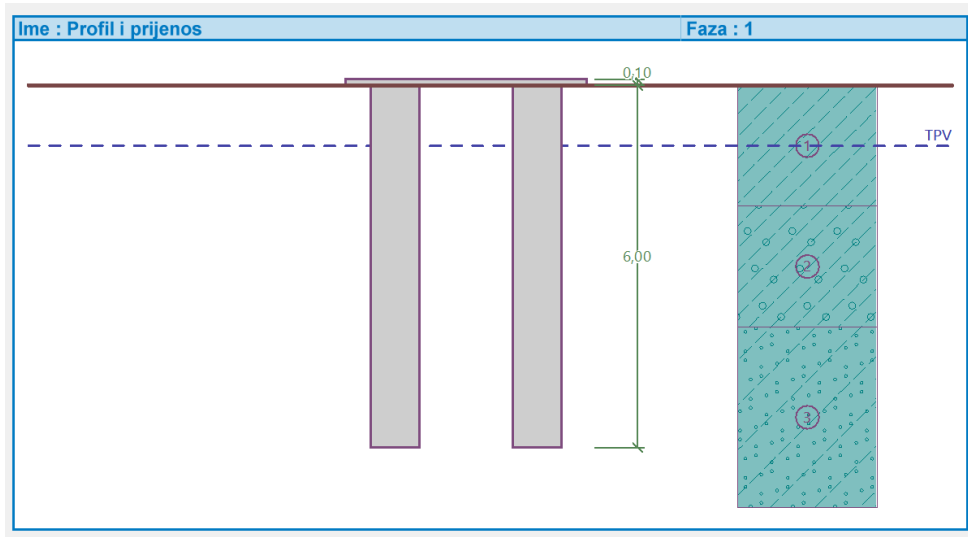
Analiza nosivosti skupine pilota u kohezivnih tlima

Maks. vertikalna sila uključujući težinu naglavne ploče

Prosječna nedrenirana posmična čvrstoća duž pilota	$c_{us} = 65,15 \text{ kPa}$
Nedrenirani posmična čvrstoća na osnovi skupine pilota	$c_{ub} = 80,00 \text{ kPa}$
Kohezija skupine faktora nosivosti	$N_{cg} = 7,80$
Vertikalna nosivost skupine pilota	$R_g = 11016,18 \text{ kN}$
Maksimalna vertikalna sila	$V_d = 1171,00 \text{ kN}$
Faktor sigurnosti = $9,41 > 2,00$	

Vertikalna nosivost skupine pilota ZADOVALJAVAJUĆI

PROVJERA NOSIVOSTI PILOTA (druga POLOVICA DILATACIJE A3):



Kontrola	
Analiza nosivosti skupine pilota u kohezivnih tlima	
Maks. vertikalna sila uključujući težinu naglone ploče	
Prosječna nedretnirana posmična čvrstoća duž pilota	$c_{uk} = 133,36 \text{ kPa}$
Nedretnirani posmična čvrstoća na osnovi skupine pilota	$c_{ukg} = 330,00 \text{ kPa}$
Kohezija skupine faktora nosivosti	$N_{c2} = 7,88$
Vertikalna nosivost skupine pilota	$R_D = 18651,47 \text{ kN}$
Maksimalna vertikalna sila	$V_D = 3740,00 \text{ kN}$
Faktor sigurnosti = $4,99 > 2,00$	
Vertikalna nosivost skupine pilota ZADOVOLJAVAJUĆI	



3.2.6 Određivanje proračunske otpornosti stupnjaka

Otpornost mlazno injektiranih stupnjaka

Proračun otpornosti stupnjaka će se provesti kao za bušene pilote, prema empirijskoj metodi koju daju Reese i dr, 2006. – α metoda u glini i β metoda u pijesku.

Ove jednadžbe su zasnovane na rezultatima statičkih ispitivanja nosivosti pilota i prilagodljivi su konceptu graničnih stanja propisanim Eurokodom 7. Usvojen je pristup određivanja proračunske otpornosti pilota po HRN EN 1997-1:2012 usvajajući proračunski pristup 2 (PP2).

α metoda – u glini

A Otpornost plašta pilota:

Otpornost plašta pilota u glini:

$$q_{s,i} = \alpha \times c_u \quad \alpha = 0,55 \quad \text{za } c_u / p_a \leq 1,5 \quad p_a = 100 \text{ kPa}$$
$$\alpha = 0,55 - 0,1 (c_u / p_a - 1,5) \quad \text{za } 1,5 \leq c_u / p_a \leq 2,5$$

$$R_s = q_{s,i} \times A_{s,i}, \quad \text{gdje je:}$$

$q_{s,i}$ – jedinična nosivost plašta

$A_{s,i}$ – površina plašta pilota u glini

c_u – nedrenirana čvrstoća tla

α – empirijski koeficijent adhezije (u ovisnosti o nedreniranoj čvrstoći c_u)

B Otpornost baze pilota u glini (prema Reese i dr. 2006.)

$$q_b = c_u \times N_c$$

$$R_b = c_u \times N_c \times A_b, \quad \text{za } c_u = 30 \text{ kPa}, N_c = 9,$$

gdje je:

q_b – jedinična nosivost na bazi pilota

A_b – površina baze pilota

c_u – nedrenirana čvrstoća tla

N_c – faktor nosivosti

C Ukupna otpornost pilota

$$R_c = R_b + R_s$$

D Karakteristična otpornost pilota

$$R_{ck} = R_{bk} + R_{sk} = R_c / \zeta \rightarrow \zeta = 1,5$$

E Proračunska otpornost pilota

$$R_{cd} = R_{ck} / \gamma_t \rightarrow \gamma_t = 1,2$$

A Otpornost baze pilota, R_{bk}

$$q_b = c_u \times N_c = 80 \times 9 = 720 \text{ kPa}$$

$$R_{bk} = c_u \times N_c \times A_b = 720 \times 0,5 = 360 \text{ kN}$$

B Otpornost plašta pilota, R_{sk}

$$q_{s,i} = \alpha \times c_u$$

$$R_{sk} = q_{s,i} \times A_{si} = 0,55 \times 30 \times 0,8 \times 3,14 \times 3 + 0,55 \times 80 \times 0,8 \times 3,14 \times 9 = 1119,1 \text{ kN}$$

C Ukupna otpornost pilota

$$R_c = R_b + R_{sk} = 360 \text{ kN} + 1119,1 \text{ kN} = 1479,1 \text{ kN}$$

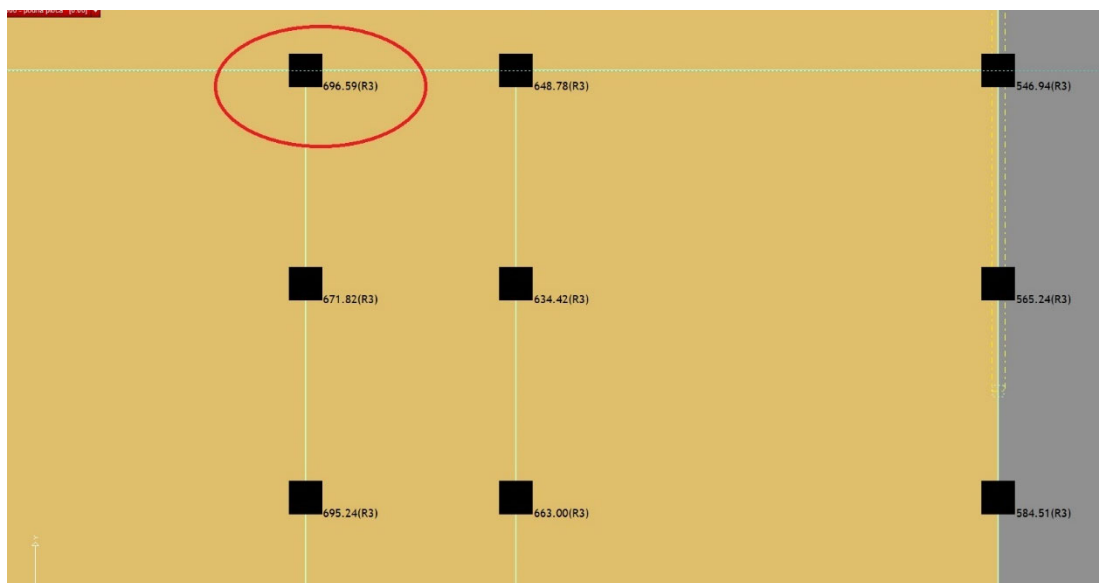
D Karakteristična otpornost pilota

$$R_{ck} = R_c / \zeta = 1479,1 / 1,5 = 986 \text{ kN}$$

E Proračunska otpornost pilota

$$R_{cd} = R_{ck} / \gamma_t = 986 / 1,2 = 821,67 \text{ kN}$$

Najveće vertikalno opterećenje na 1 mlaznoinjektirani stupnjak za kombinaciju $1,35 \times \text{stalno} + 1,5 \times \text{korisno}$ (dobivena reakcija na ležaju): $E_d = 696 \text{ kN}$



Za granična stanja nosivosti STR i GEO vrijedi: $E_d \leq R_{cd}$; $696 \text{ kN} \leq 822 \text{ kN}$

3.3 PRORAČUNI SLIJEGANJA VIŠENAMJENSKE DVORANE

Dodatna zgrada se sastoji od višenamjenske dvorane, kotlovnice i sprinkler bazena. Sva tri dijela se potpuno dilatiraju. Poboljšanje temeljnog tla mlazno injektiranim stupnjacima duljine 10,00m je predviđeno ispod kompletne građevine (43 komada).

Stalno opterećenje na temeljnu ploču sprinkler bazena je od vlastite težine i stupca vode visine 2,60m.

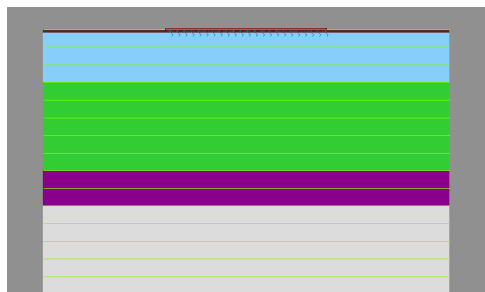
Opterećenje na temeljnu ploču višenamjenske dvorane i kotlovnice je uslijed vlastite težine i korisnog opterećenja.

Temeljno tlo je model A - modelirano kao za dilataciju A1 i A2 (mjerodavna bušotina je B-3).

Stupnjaci su modelirani preko ležaja koeficijenta reakcije podloge, $ks_1 = 2,02 \cdot 10^4 \text{ kN/m}^2$

3.3.1 Rezultati proračuna slijeganja tla

- Model tla ispod građevine



Podaci poluprostora

Podaci o slojevima

№	Ime sloja	Zašlon	Papir
1	KAMEN		
2	GLINA CH-ISPOD PV		
3	GLINA CI/CH		
4	GLINA CI		
5	TROŠNA STIJENA		

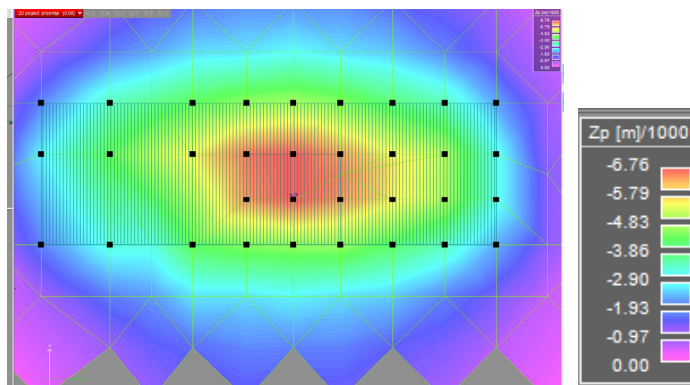
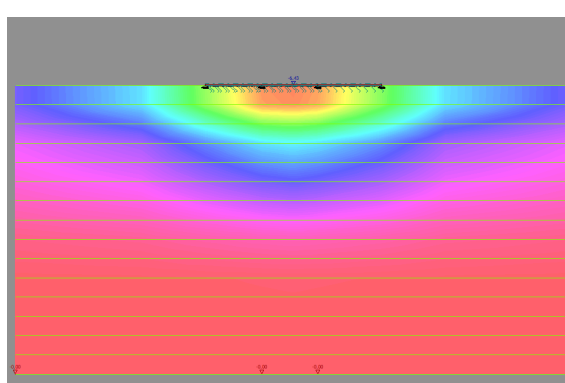
Koordinate bušotina

№	X [m]	Y [m]
1	26.00	8.00
2	4.00	5.00

Podaci za bušotinu 1

№	Ime sloja	S vrha [m]	S dna [m]	E [kN/m ²]	Eh [kN/m ²]	v	γ [kN/m ³]
1	KAMEN	0.00	-0.20	1.0000E+005	1.0000E+005	0.25	22.00
2	GLINA CH-ISPOD PV	-0.20	-3.00	1.0000E+003	1.0000E+003	0.40	9.00
3	GLINA CI/CH	-3.00	-8.00	2.7000E+003	2.7000E+003	0.33	10.00
4	GLINA CI	-8.00	-10.00	5.4000E+003	5.4000E+003	0.33	10.00
5	TROŠNA STIJENA	-10.00	-15.00	1.0000E+005	1.0000E+005	0.25	22.00

- Rezultati slijeganja tla ispod višenamjenske dvorane poboljšanja temeljnog tla ($s_{wmg} \times 6,8 \text{ mm}$)





3.3.2 Rezultati proračuna nosivosti grupe pilota

Proračun nosivosti grupe od dva mlazno injektirana stupnjaka rađen je u numeričkom programu GEO 5 (Pile Group).

Projektna otpornost tla će se provjeriti prema normi za geotehničko projektiranje HRN EN 1997-1:2012 i pripadajućim Nacionalnim dodatkom HRN EN 1997-1:2012/NA:2012 prema proračunskom pristupu 3.

Tablica 1. Tri projektna pristupa za granična stanja STR i GEO, kombinacije skupnih parcijalnih faktora

Kontrola globalne stabilnosti za granično stanje GEO prema HRN EN1997-1:2012 će se provjeriti prema proračunskom pristupu 3.

Projektni pristup 1	Projektni pristup 2	Projektni pristup 3
osno opterećeni piloti i sidra: K1 ^a : A1 + M1 + R1 K2 ^a : A2 + (M1 ^b ili M2 ^c) + R4	A1 + M1 + R2	(A1 ^d ili A2 ^e) + M2 + R3
sve ostale konstrukcije K1 ^a : A1 + M1 + R1 K2 ^a : A2 + M2 + R1		

Tablica 2. Parcijalni faktori po skupinama za granična stanja STR i GEO

Tablica A.3(HR) Parcijalni koeficijenti za djelovanja (γ_F) ili učinke djelovanja (γ_E) (STR i GEO)

Djelovanje	Simbol	Skupina	
		A1	A2
Trajno Nepovoljno	$\gamma_{G, sup}$	1,35	1,0
Povoljno	$\gamma_{G, inf}$	1,0	1,0
Promjenjivo Nepovoljno	γ_Q	1,5	1,3
Povoljno	γ_Q	0	0

Tablica A.4(HR) Parcijalni koeficijenti za parametre tla (γ_M) (STR i GEO)

Parametar tla	Simbol	Skupina	
		M1	M2
Kut unutarnjeg trenja ^a	γ_{φ}	1,0	1,25
Efektivna kohezija	γ_c	1,0	1,25
Nedrenirana posmična čvrstoća	γ_{cu}	1,0	1,4
Jednoosna tlačna čvrstoća	γ_{qu}	1,0	1,4
Obujamska težina	γ_r	1,0	1,0

^a S ovim se parcijalnim koeficijentom dijeli $\tan\varphi'$

Tablica A.6(HR) Parcijalni koeficijenti za otpornost zabijenih pilota (γ_R) (STR i GEO)

Parametar tla	Simbol	Skupina			
		R1	R2	R3	R4
Osnovica	γ_b	- ^a	1,2	1,0	- ^a
Plast (tlačni pilot)	γ_s	- ^a	1,2	1,0	- ^a
Ukupna/kombinirana (tlačni pilot)	γ_i	- ^a	1,2	1,0	- ^a
Plast (vlačni pilot)	γ_{st}	- ^a	1,2	1,0	- ^a

^a R1 i R4 nisu relevantni u Republici Hrvatskoj, jer se primjenjuju proračunski pristupi 2 i 3.



Tablica A.7(HR) Parcijalni koeficijenti za otpornost bušenih pilota (γ_R) (STR i GEO)

Parametar tla	Simbol	Skupina			
		R1	R2	R3	R4
Osnovica	γ_b	- ^a	1,2	1,0	- ^a
Plast (tlačni pilot)	γ_s	- ^a	1,2	1,0	- ^a
Ukupna/kombinirana (tlačni pilot)	γ_t	- ^a	1,2	1,0	- ^a
Plast (vlačni pilot)	γ_{st}	- ^a	1,2	1,0	- ^a

^a R1 i R4 nisu relevantni u Republici Hrvatskoj, jer se primjenjuju proračunski pristupi 2 i 3.

Tablica A.8(HR) Parcijalni koeficijenti za otpornost pilota s kontinuiranim svrdlom CFA (γ_R) (STR i GEO)

Parametar tla	Simbol	Skupina			
		R1	R2	R3	R4
Osnovica	γ_b	- ^a	1,2	1,0	- ^a
Plast (tlačni pilot)	γ_s	- ^a	1,2	1,0	- ^a
Ukupna/kombinirana (tlačni pilot)	γ_t	- ^a	1,2	1,0	- ^a
Plast (vlačni pilot)	γ_{st}	- ^a	1,2	1,0	- ^a

^a R1 i R4 nisu relevantni u Republici Hrvatskoj, jer se primjenjuju proračunski pristupi 2 i 3.

Za granično stanje GEO: $E_d < R_d$

ϕ -c redukcijom je traženi globalni faktor sigurnosti $F_{s, PRORAČUN} > F_s$

Formule kojima se koristi program Pile Group:

$$R_g = 2 \cdot l \cdot (b_x + b_y) \cdot c_{us} + N_{cg} \cdot c_{ub} \cdot b_x \cdot b_y$$

oznake: l – duljina pilota

b_x, b_y – dimenzije jezgre poprečnog presjeka tla

c_{us} – nedrenirana posmična čvrstoća tla duž plašta pilota

c_{ub} – nedrenirana posmična čvrstoća tla na bazi pilota

N_{cg} – faktor nosivosti grupe pilota

$$N_{cg} = 5 \cdot \left[\left(1 + 0,2 \cdot \frac{b_x}{b_y} \right) \cdot \left(1 + 0,2 \cdot \frac{l}{b_x} \right) \right] \quad \text{uz uvjet} \quad \frac{l}{b_x} \leq 2,5$$

$$N_{cg} = 7,5 \cdot \left(1 + 0,2 \cdot \frac{b_x}{b_y} \right) \quad \text{uz uvjet} \quad \frac{l}{b_x} > 2,5$$

Proračuna faktora sigurnosti za tlačne pilote:

$$\frac{R_g}{V_d + W_p} > SF_{cp}$$

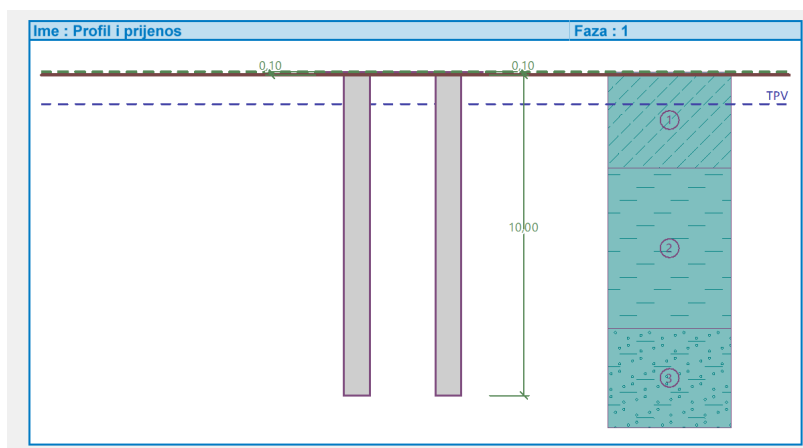
oznake: R_g – vertikalna nosivost grupe pilota
 V_d – maksimalna vertikalna sila na grupu pilota
 W_p – težina grupe pilota
 SF_{cp} -faktor sigurnosti za tlačno opterećene pilote

Proračun baziran na teoriji graničnog stanja:

$$\frac{R_g}{\gamma_t} \geq V_d + W_p$$

oznake: R_g – vertikalna nosivost grupe pilota
 V_d – maksimalna vertikalna sila na grupu pilota
 W_p – težina grupe pilota
 γ_t – faktor redukcije za ukupnu nosivost

PROVJERA NOSIVOSTI PILOTA



Analiza nosivosti skupine pilota u kohezivnih tlima

Maks. vertikalna sila uključujući težinu naglavne ploče

Prosječna nedrenirana posmična čvrstoća duž pilota	$c_{us} = 65,15 \text{ kPa}$
Nedrenirani posmična čvrstoća na osnovi skupine pilota	$c_{ub} = 80,00 \text{ kPa}$
Kohezija skupine faktora nosivosti	$N_{cg} = 7,80$
Vertikalna nosivost skupine pilota	$R_g = 11016,18 \text{ kN}$
Maksimalna vertikalna sila	$V_d = 1171,00 \text{ kN}$
Faktor sigurnosti = $9,41 > 2,00$	

Vertikalna nosivost skupine pilota **ZADOVALJAVAJUĆI**



3.3.3 Određivanje proračunske otpornosti stupnjaka

Otpornost mlazno injektiranih stupnjaka

Proračun otpornosti stupnjaka će se provesti kao za bušene pilote, prema empirijskoj metodi koju daju Reese i dr, 2006. – α metoda u glini i β metoda u pijesku.

Ove jednadžbe su zasnovane na rezultatima statičkih ispitivanja nosivosti pilota i prilagodljivi su konceptu graničnih stanja propisanim Eurokodom 7. Usvojen je pristup određivanja proračunske otpornosti pilota po HRN EN 1997-1:2012 usvajajući proračunski pristup 2 (PP2).

α metoda – u glini

A Otpornost plašta pilota:

Otpornost plašta pilota u glini:

$$q_{s,i} = \alpha \times c_u \quad \alpha = 0,55 \quad \text{za } c_u / p_a \leq 1,5 \quad p_a = 100 \text{ kPa}$$
$$\alpha = 0,55 - 0,1 (c_u / p_a - 1,5) \quad \text{za } 1,5 \leq c_u / p_a \leq 2,5$$

$$R_s = q_{s,i} \times A_{si}, \quad \text{gdje je:}$$

$q_{s,i}$ – jedinična nosivost plašta

A_{si} – površina plašta pilota u glini

c_u – nedrenirana čvrstoća tla

α – empirijski koeficijent adhezije (u ovisnosti o nedreniranoj čvrstoći c_u)

B Otpornost baze pilota u glini (prema Reese i dr. 2006.)

$$q_b = c_u \times N_c$$

$$R_b = c_u \times N_c \times A_b, \quad \text{za } c_u = 30 \text{ kPa}, N_c = 9,$$

gdje je:

q_b – jedinična nosivost na bazi pilota

A_b – površina baze pilota

c_u – nedrenirana čvrstoća tla

N_c – faktor nosivosti

C Ukupna otpornost pilota

$$R_c = R_b + R_s$$

D Karakteristična otpornost pilota

$$R_{ck} = R_{bk} + R_{sk} = R_c / \zeta \rightarrow \zeta = 1,5$$

E Proračunska otpornost pilota

$$R_{cd} = R_{ck} / \gamma_t \rightarrow \gamma_t = 1,2$$

A Otpornost baze pilota, R_{bk}

$$q_b = c_u \times N_c = 80 \times 9 = 720 \text{ kPa}$$

$$R_{bk} = c_u \times N_c \times A_b = 720 \times 0,5 = 360 \text{ kN}$$

B Otpornost plašta pilota, R_{sk}

$$q_{s,i} = \alpha \times c_u$$

$$R_{sk} = q_{s,i} \times A_{si} = 0,55 \times 30 \times 0,8 \times 3,14 \times 3 + 0,55 \times 80 \times 0,8 \times 3,14 \times 9 = 1119,1 \text{ kN}$$

C Ukupna otpornost pilota

$$R_c = R_b + R_{sk} = 360 \text{ kN} + 1119,1 \text{ kN} = 1479,1 \text{ kN}$$

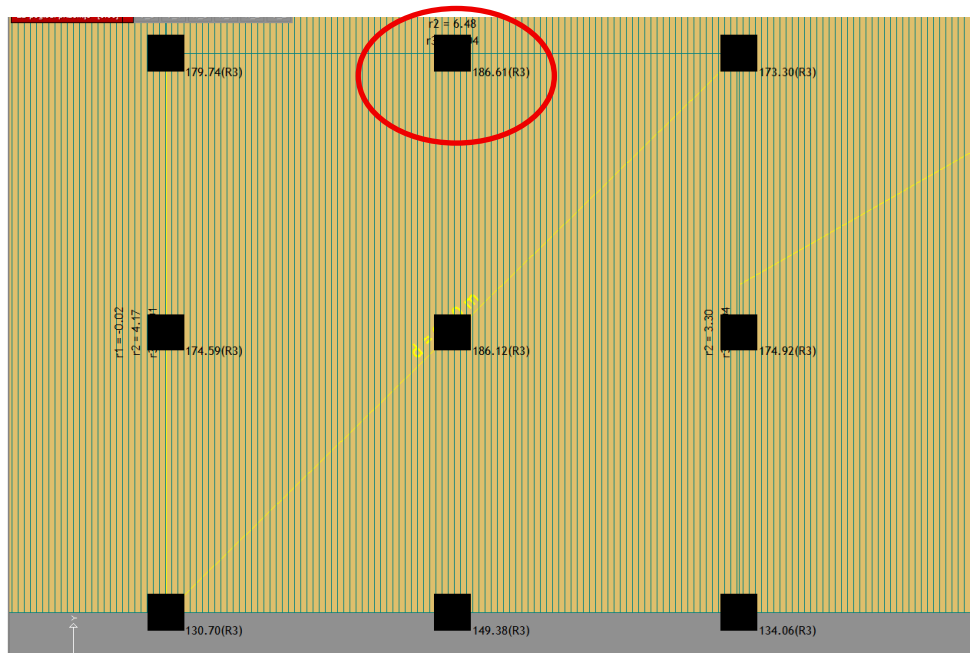
D Karakteristična otpornost pilota

$$R_{ck} = R_c / \zeta = 1479,1 / 1,5 = 986 \text{ kN}$$

E Proračunska otpornost pilota

$$R_{cd} = R_{ck} / \gamma_t = 986 / 1,2 = 821,67 \text{ kN}$$

Najveće vertikalno opterećenje na 1 mlaznoinjektirani stupnjak za kombinaciju $1,35 \times \text{stalno} + 1,5 \times \text{korisno}$ (dobivena reakcija na ležaju): $E_d = 186,61 \text{ kN}$



Za granična stanja nosivosti STR i GEO vrijedi: $E_d \leq R_{cd}$; $186,61 \text{ kN} \leq 822 \text{ kN}$



4 TROŠKOVNIK RADOVA

NAPOMENA: Prije početka radova na poboljšanju temeljnog tla izvođač je obavezan kontaktirati sva javnopravna tijela koja su definirala postojanje vlastite infrastrukture unutar predmetnog obuhvata i u suradnji s njima utvrditi točne pozicije i uvjete zaštite iste.

Procjena troškova predmetnih radova na poboljšanju temeljnog tla iznosi 1.200.000,00 HRK + PDV

	POBOLJŠANJE TEMELJNOG TLA - DOMA ZA STARIJE I NEMOĆNE OSOBE I DODATNA ZGRADA (DVORANA, KOTLOVNICA, SPRINKLER BAZEN)	Jedinica	Količina	Jed. Cijena	Ukupno
1.	PRIPREMNI RADOVI				
0.1.	Bušenje jedne (1) geotehničke dodatne bušotine dubine do 15,00m kroz tlo u svrhu provjere pretpostavljenih parametara tla do utjecajne dubine slijeganja. U cijenu uključen transport i mobilizacija bušaće opreme, izrada bušotine sa kontinuiranim jezgrovanjem, ispitivanje zbijenosti (SPT) i izrada izvještaja o sprovedenim istražnim radovima.				
		paušal	1,00		
1.1.	Mobilizacija i demobilizacija opreme, radne snage te strojeva za izvedbu mlazno injektiranih stupnjaka. .				
		paušal	1,00		
1.2.	Iskolčenje osi mlaznoinjektiranih stupnjaka s točnošću ±1 cm.				
		paušal	1,00		
1.3.	Iskop, nasip, razastiranje i planiranje površine terena na kotu 124,80 m.n.m. za izradu radnog platoa.				
		m2	1.700,00		
1.4.	Stabilizacija tla radnih ploha nasipavanjem kamenog materijala u debljini 30 cm, zbijenosti podloge Ms=30 MPa sa kojih se izvode mlaznoinjektirani stupnjaci, ukupne površine oko 1700 m2. Alternativa: postavljanje troosne geomreže i 10cm drobljenca za stabilizaciju podloge.				
		paušal	1,00		
	PRIPREMNI RADOVI UKUPNO:				
2.	MLAZNOINJEKTIRANI STUPNJACI				



ADRIA GRAĐEVINSKI PROJEKTI d.o.o.
za projektiranje i nadzor u graditeljstvu

Projekt: Geotehnički projekt poboljšanja temeljnog tla
Investitor: GRAD DUGA RESA, Trg Sv. Jurja 1, 47250 Duga Resa
Građevina: Dom za starije i nemoćne osobe i višenamjenska dvorana
Br. projekta.: GP-GEO-20-26
Mjesto i datum: Šibenik, ožujak 2026.

2.1.	Izvedba vertikalnih stupnjaka mlaznim injektiranjem (Jet Grouting). Stupnjaci minimalnog promjera 80 cm. Izvode se kroz slojeve nasipa, anorganske gline i gline pomješane sa kamenom. Dubina injektiranja je 10,30 m, a duljina jalovog bušenja maksimalno oko 1,0 m. Količina cementa minimalno 200 kg/m' stupnjaka. Ukupno 158 komada duljine 10,30 m i 45 komada duljine 6,30m. Obračun po m' izvedenih stupnjaka.				
	mlazno injektirani stupnjaci	m'	2.435,40		
	MLAZNOINJEKTIRANI STUPNJACI UKUPNO:				
3	ZEMLJANI RADOVI				
3.1.	Strojni široki iskop u materijalu "C" kategorije za temeljnu ploču i temeljne grede u privremeno stabilnom nagibu 2:1 – 1:1, sa utovarom u prijevozno sredstvo, odvozom i zbrinjavanjem na deponiju.				
		m3	2.500,00		
3.2.	Strojno razbijanje jalovog betona vrha pilota u dubini 30cm zbog lošije kvalitete, sa usitnjavanjem, utovarom u prijevozno sredstvo, odvozom i zbrinjavanjem na deponij.				
		m3	38,00		
3.3.	Dobava i postavljanje razdijelnog netkanog geotekstila mase 300 g/m2 ispod čitave površine objekta.				
		m2	2.100,00		
3.4.	Dobava i ugradnja drobljenog kamenog materijala debljine sloja 15 cm, granulacije 0-32 mm, ispod temeljne ploče, uz nabijanje, bez posebnog kriterija za ispitivanje stišljivosti.				
		m3	305,00		
3.5.	Crpenje procijedne vode pomoću muljne pumpe kapaciteta q=5 l/s. Obračun po satu rada pumpe.				
		h	300,00		
3.6.	Ravnanje i uređenje dna rova za temeljnu gredu, zbijanje vibropločom.				
		m2	750,00		
	ZEMLJANI RADOVI UKUPNO:				
4	OPAŽANJE SLIJEGANJA				



ADRIA GRAĐEVINSKI PROJEKTI d.o.o.
za projektiranje i nadzor u graditeljstvu

Projekt: Geotehnički projekt poboljšanja temeljnog tla
Investitor: GRAD DUGA RESA, Trg Sv. Jurja 1, 47250 Duga Resa
Građevina: Dom za starije i nemoćne osobe i višenamjenska dvorana
Br. projekta.: GP-GEO-20-26
Mjesto i datum: Šibenik, ožujak 2026.

4.1.	Predviđeno je geodetsko praćenje pomaka objekta, 9 komada repera, po 2 komada na dilatacijama doma te po1 za dilatacije dvorane, sprinkler bazena i kotlovnice. Tražena točnost je ± 1 mm. Opažanje pomaka pomoću geodetskog mjerenja obavlja se za vrijeme izvedbe objekta. Predviđeno je 4 opažanja, a prvo je obavezno neposredno nakon izvedbe svih mlaznoinjektiranih stupnjaka na objektu. Za svaku grupu mjerenja, ovisno o rezultatima, naknadno će se prema potrebi odrediti nova dinamika, odnosno završetak mjerenja.				
	geodetsko opažanje	kom	9,00		
	OPAŽANJE SLIJEGANJA UKUPNO:				
	REKAPITULACIJA:				
1.	PRIPREMNI RADOVI				
2.	MLAZNOINJEKTIRANI STUPNJACI				
3.	ZEMLJANI RADOVI				
4.	OPAŽANJE SLIJEGANJA				
	SVEUKUPNO:				



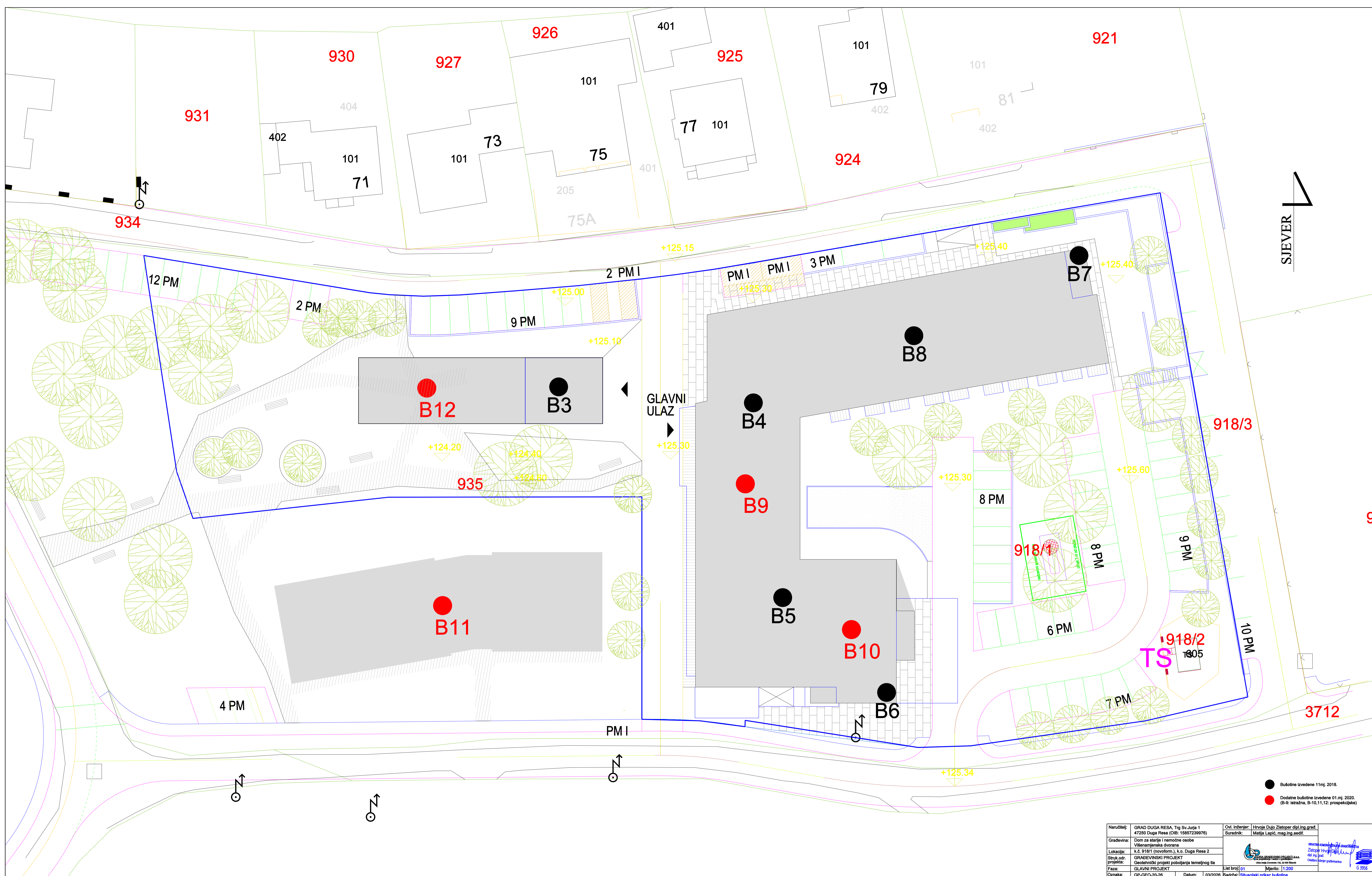
ADRIA GRAĐEVINSKI PROJEKTI d.o.o.
za projektiranje i nadzor u graditeljstvu

Projekt: Geotehnički projekt poboljšanja temeljnog tla
Investitor: GRAD DUGA RESA, Trg Sv. Jurja 1, 47250 Duga Resa
Građevina: Dom za starije i nemoćne osobe i višenamjenska dvorana
Br. projekta.: GP-GEO-20-26
Mjesto i datum: Šibenik, ožujak 2026.

5 GRAFIČKI PRIKAZI

Popis nacrtu pruža slijedeća tablica:

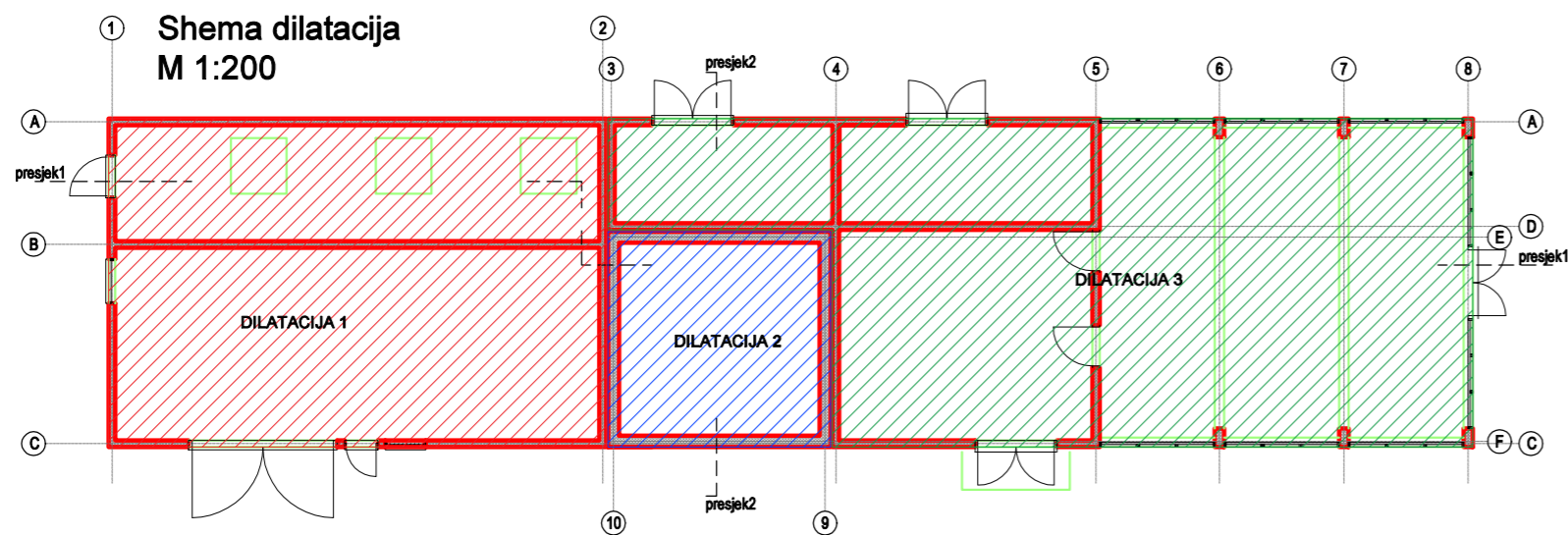
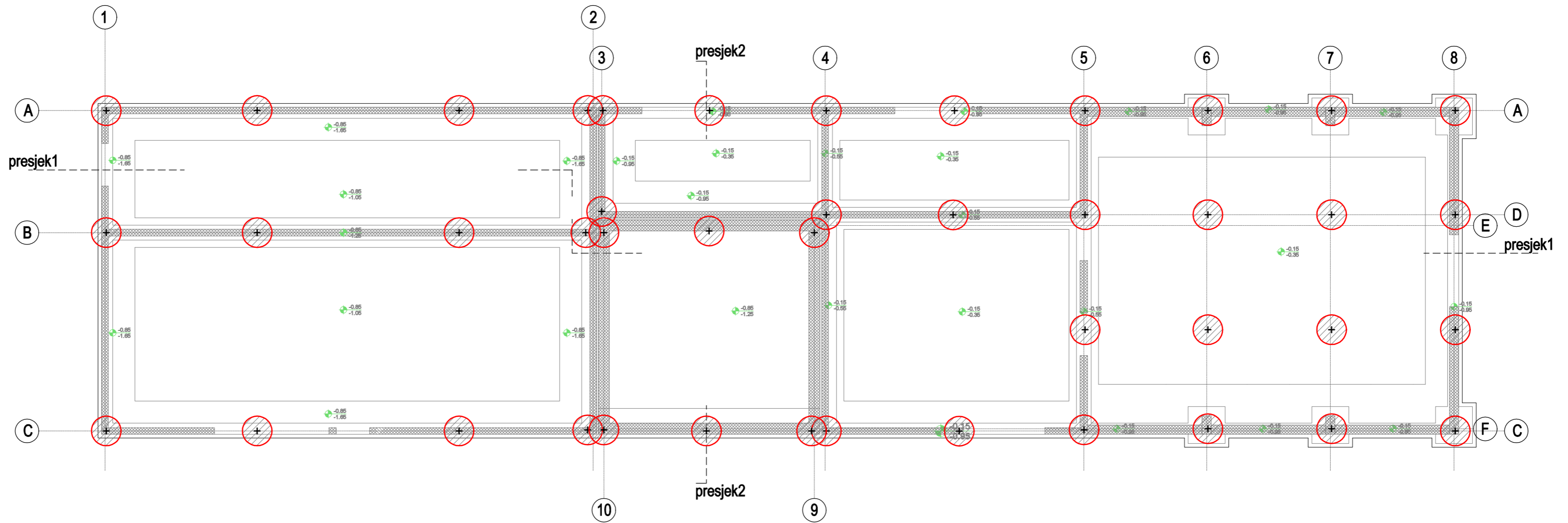
Naziv priloga	List br.
Situacija sa prikazom bušotina, M 1:150	01
Višenamjenska dvorana: Tlocrt položaja mlazno injektiranih stupnjaka, M 1:100	02
Višenamjenska dvorana: Presjeci 1-1 i 2-2, M 1:100	03
Dom za starije i nemoćne: Tlocrt položaja mlazno injektiranih stupnjaka, M 1:100	04
Dom za starije i nemoćne: Presjek a-a, M 1:100	05
Dom za starije i nemoćne: Presjek c-c, M 1:100	06



● Bušotine izvedene 11mj. 2018.
 ● Dodatne bušotine izvedene 01.mj. 2020.
 (B-9: istražna, B-10,11,12: prospekcijske)

Naručilac:	GRAD DUGA RESA, Trg Sv. Jurja 1 47250 Duga Resa (OIB: 15857239976)	Ovl. inženjer:	Hvoje Dujo Zlatoper dipl.ing.grad.
Građevina:	Dom za starije i nemoćne osobe Višenamjenska dvorana	Surađnik:	Matija Lapić, mag.ing.aedif.
Lokacija:	k.č. 918/1 (novoform.), k.o. Duga Resa 2		
Struk. odr. projekta:	GRAĐEVINSKI PROJEKT Geotehnički projekt poboljšanja temeljnog tla		
Faza:	GLAVNI PROJEKT	List broj 01	Mjerilo: 1:200
Oznaka:	GP-GEO-20-28	Datum:	03/2026
		Sadržaj:	Situacijski prikaz bušotina

tlocrt temelji

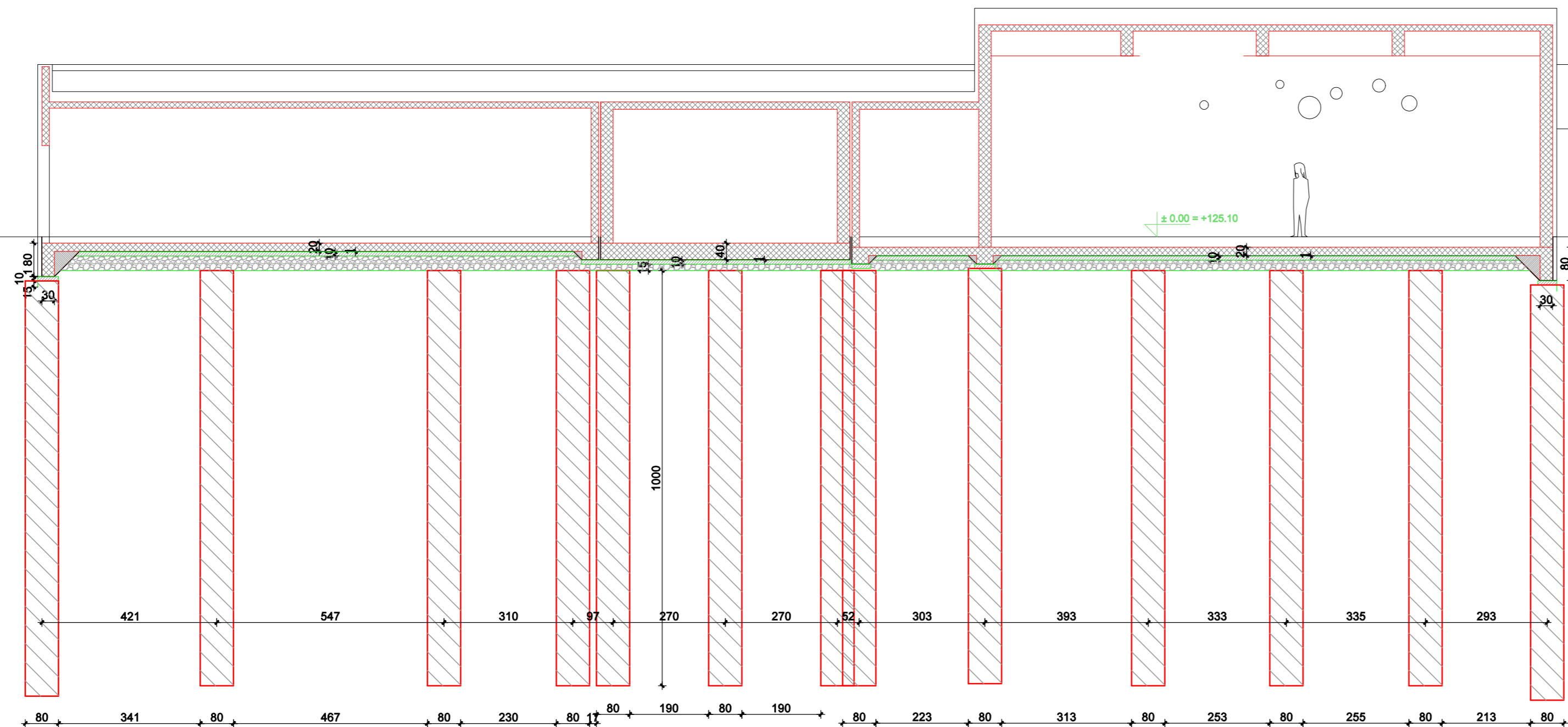


LEGENDA:

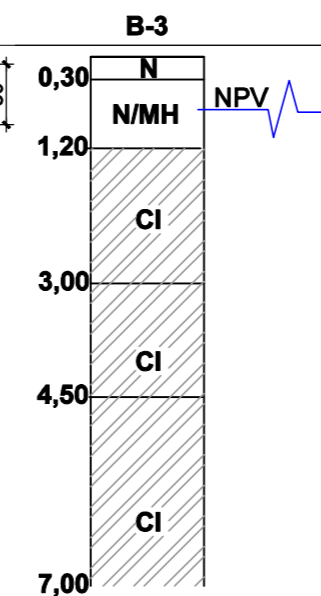
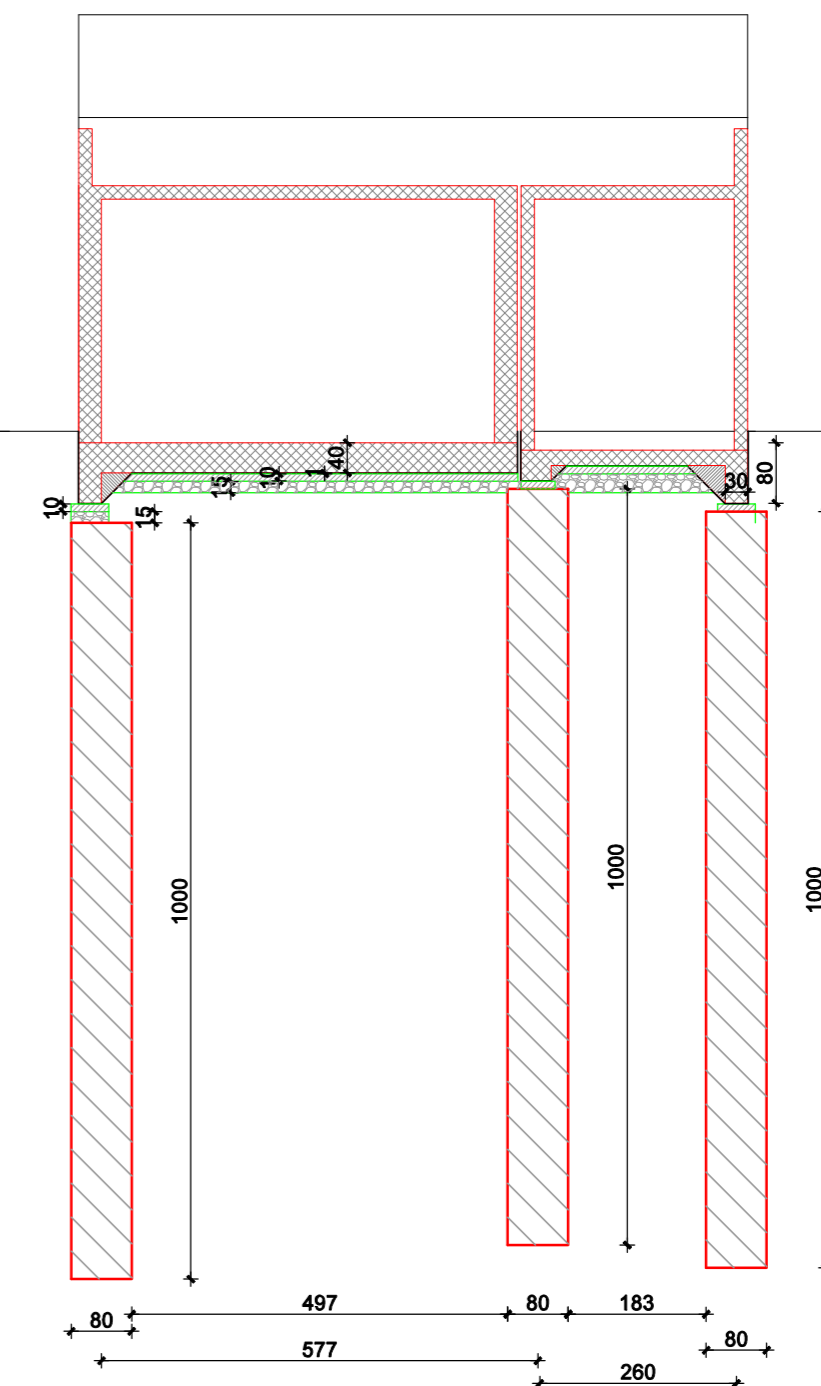
MLAZNO INJEKTIRANI STUPNJACI, L= 10 m, N=43 kom

Naručilac:	GRAD DUGA RESA, Trg Sv. Jurja 1 47250 Duga Resa (OIB: 15857239976)	Ovl. inženjer:	Hrvoje Dujo Zlatoper dipl.ing.građ.
Gradjevina:	Dom za starije i nemoćne osobe Višenamjenska dvorana	Suradnik:	Matija Lapić, mag.ing.aedif.
Lokacija:	k.č. 918/1 (novoformirana), k.o. Duga Resa 2		
Struk.odr. projekta:	GRAĐEVINSKI PROJEKT Geotehnički projekt poboljšanja temeljnog tla		
Faza:	GLAVNI PROJEKT	List broj:	02
Br.projekta:	GP-GEO-20-26	Mjerilo:	1:100
Datum:	03/2026	Sadržaj:	Višenamjenska dvorana: Tlocrt položaja mlazno injektiranih stupnjaka

Presjek 1-1
M 1:100



Presjek 2-2
M 1:100





Naručilac:	GRAD DUGA RESA, Trg Sv. Jurja 1 47250 Duga Resa (OIB: 15857239976)	Ovl. inženjer:	Hrvoje Dujo Zlatoper dipl.ing.grad.
Građevina:	Dom za starije i nemoćne osobe Višenamjenska dvorana	Suradnik:	Matija Lapić, mag.ing.aedif.
Lokacija:	k.š. 918/1 (novoformirana), k.o. Duga Resa 2	<p>ADRIA GRAĐEVINSKI PROJEKTI d.o.o. za projektiranje i nadzor u građevinarstvu Ulica kralja Zvonimira 132, 22 000 Šibenik</p> <p>HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA Zlatoper Hrvoje Dujo dipl.ing.grad. Ovlašteni inženjer građevinarstva</p>	
Struk.odr.projekta:	GRAĐEVINSKI PROJEKT Geotehnički projekt poboljšanja temeljnog tla		
Faza:	GLAVNI PROJEKT	List broj:	03
Br.projekta:	GP-GEO-20-26	Mjerilo:	1:100
Datum:	03/2026	Sadržaj:	Višenamjenska dvorana: Presjeci 1-1 i 2-2

Tlocrt - Dom za starije i nemoćne osobe
M 1:100

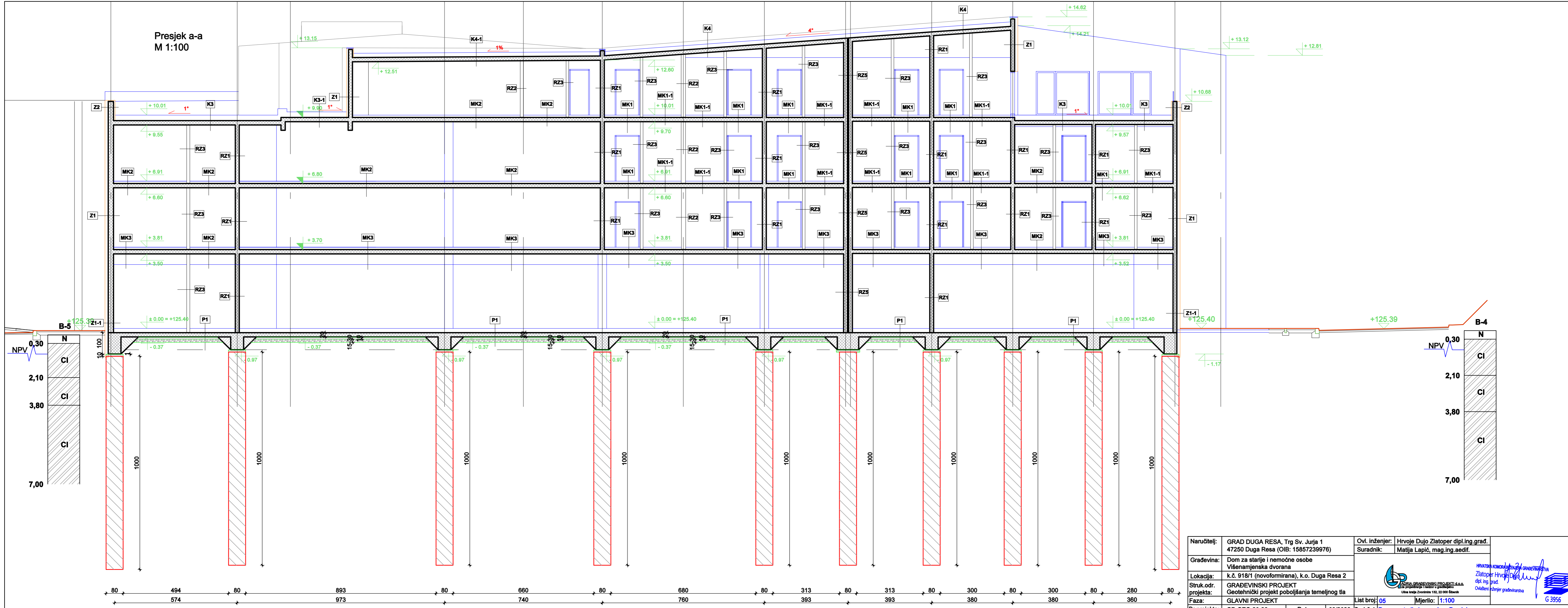


LEGENDA:

-  MLAZNO INJEKTIRANI STUPNJACI, L= 10 m,
N=158 kom
-  MLAZNO INJEKTIRANI STUPNJACI, L= 6 m,
N=45 kom

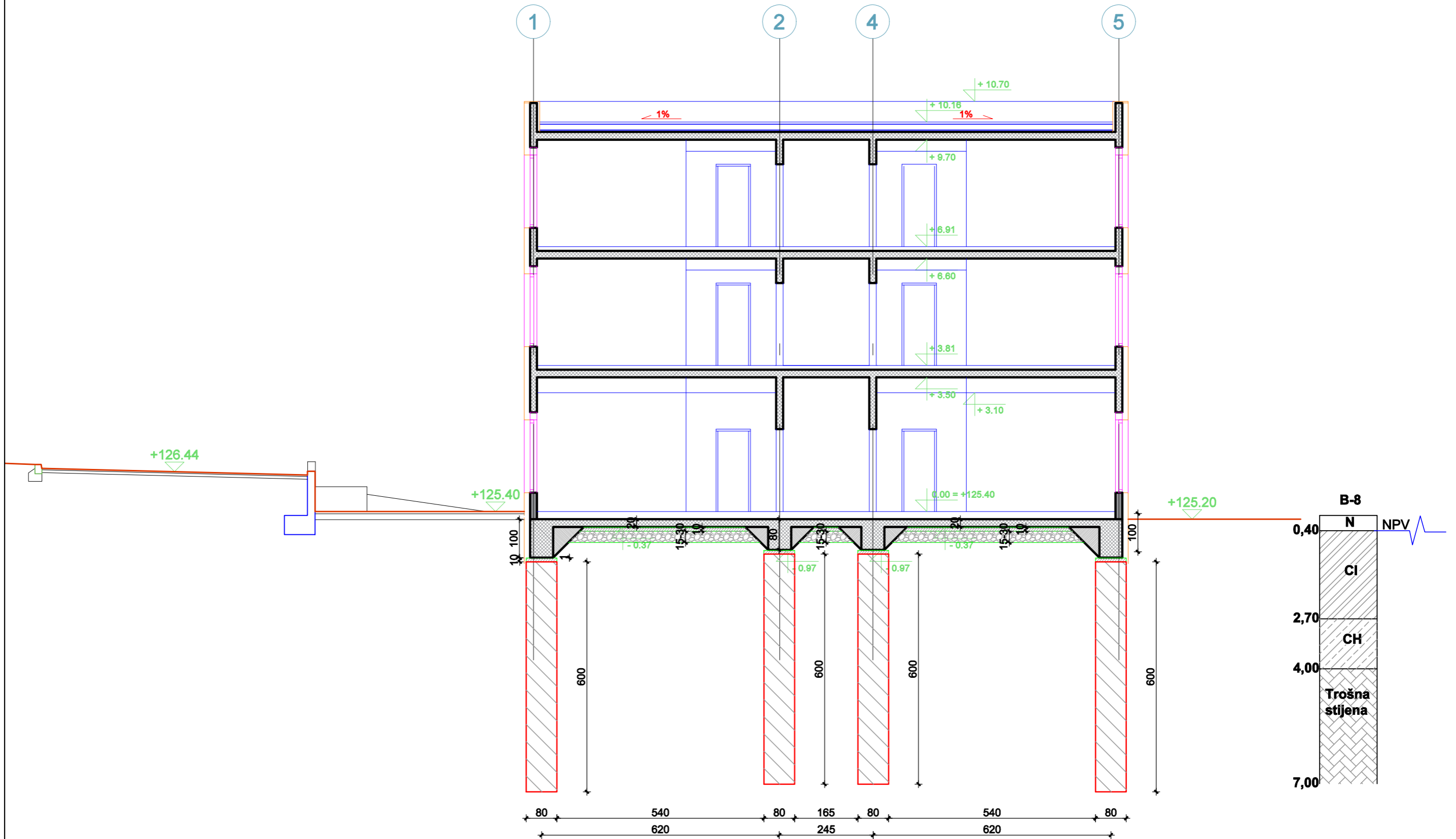
Naručilac:	GRAD DUGA RESA, Trg Sv. Jurja 1 47250 Duga Resa (OIB: 1585729976)	Ovl. inženjer:	Hrvoje Dujic, dipl.ing.grad.
Građevina:	Dom za starije i nemoćne osobe Višenamjenska dvorana	Suradnik:	Marija Lapić, mag.ing.aedif.
Lokacija:	k.č. 918/1 (novoformirana), k.o. Duga Resa 2		
Struk. odr. projekta:	GRAĐEVINSKI PROJEKT Cjelokupni projekt poboljšanja temeljnog tla		
Faza:	GLAVNI PROJEKT		
Br.projekta:	GP-GEO-20-28		
Datum:	03/2026	List broj:	04
Sadržaj:	Dom za starije i nemoćne: Tlocrt položaja mlazno injektivanih stupnjaka		

Presjek a-a
M 1:100



Naručitelj:	GRAD DUGA RESA, Trg Sv. Jurja 1 47250 Duga Resa (OIB: 15857239976)	Ovl. inženjer:	Hrvoje Dujo Zlatoper dipl.ing.grad.
Gradjevina:	Dom za starije i nemoćne osobe Višenamjenska dvorana	Suradnik:	Matija Lapić, mag.ing.aedif.
Lokacija:	k.č. 918/1 (noviformirana), k.o. Duga Resa 2		
Struk.odr. projekta:	GRAĐEVINSKI PROJEKT Geotehnički projekt poboljšanja temeljnog tla		
Faza:	GLAVNI PROJEKT	List broj:	05
Br.projekta:	GP-GEO-20-26	Mjerilo:	1:100
Datum:	03/2026	Sadržaj:	Dom za starije i nemoćne: Presjek a-a

Presjek c-c
M 1:100



Naručitelj:	GRAD DUGA RESA, Trg Sv. Jurja 1 47250 Duga Resa (OIB: 15857239976)	Ovl. inženjer:	Hrvoje Dujo Zlatoper dipl.ing.građ.
Građevina:	Dom za starije i nemoćne osobe Višenamjenska dvorana	Suradnik:	Matija Lapić, mag.ing.aedif.
Lokacija:	k.č. 918/1 (noviformirana), k.o. Duga Resa 2		
Struk.odr. projekta:	GRAĐEVINSKI PROJEKT Geotehnički projekt poboljšanja temeljnog tla		
Faza:	GLAVNI PROJEKT	List broj:	06
Br.projekta:	GP-GEO-20-26	Mjerilo:	1:100
Datum:	03/2026	Sadržaj:	Dom za starije i nemoćne: Presjek c-c

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Zlatoper Hrvoje Dujo
dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva

G 3956