

Izradio:

Centar Građevinskog fakulteta d.o.o.
Sveti Duh 129, 10000 Zagreb
OIB: 51108551424

Investitor:

Općina Lekenik
Zagrebačka 44, 44272 Lekenik
OIB: 00252572114

Naručitelj:

Općina Lekenik
Zagrebačka 44, 44272 Lekenik
OIB: 00252572114



Zahvat:

Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Lokacija:

Lokalna cesta LC 33181 Orleković (D36) – Brkiševina

Struka projekta:

Građevinski projekt

Razina projekta:

Glavni projekt

Broj projekta:

GLP-05/2023



Projektant:

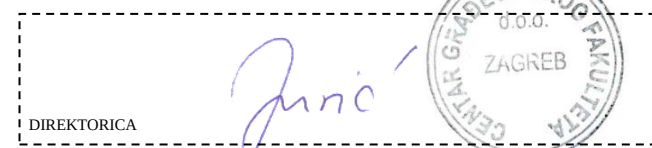
prof.dr.sc. Meho Saša Kovačević, dipl.ing.građ.

Suradnici:

izv.prof.dr.sc. Mario Bačić, mag.ing.aedif.

Stjepan Matić, mag.ing.aedif.

Marijan Car, dipl.ing.geod.



Direktorica CGF:

prof.dr.sc. Danijela Jurić Kaćunić, dipl.ing.građ.

Mjesto i datum:

Zagreb, siječanj 2023.

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



NARUČITELJ: Općina Lekenik

Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

ZAHVAT: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

LOKACIJA: Lokalna cesta LC 33181 Orleković (D36) – Brkiševina

BROJ PROJEKTA: GLP-05/2023

1 OPĆI DIO



I. SADRŽAJ PROJEKTA

1	OPĆI DIO	2
	I. SADRŽAJ PROJEKTA.....	3
	II. IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA.....	4
	III. RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA	8
	IV. POTVRDA O UPISU U IMENIK OVLAŠTENIH INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA	9
2	TEHNIČKI DIO	11
	2.1. TEHNIČKI OPIS	12
	2.2. SEIZMIČKE I GEOTEHNIČKE ZNAČAJKE LOKACIJE	19
	2.4. TEHNIČKI UVJETI IZVEDBE, PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE	65
	2.5. NADZOR I IZVJEŠĆE O IZVEDENIM RADOVIMA.....	103
	2.6. PRIKAZ PREDVIĐENIH MJERA ZAŠTITE OD POŽARA	104
	2.7. PRIKAZ TEHNIČKIH RJEŠENJA ZA PRIMJENU PROPISA ZAŠTITE NA RADU	106
	2.8. NAČIN ZBRINJAVANJA OTPADA	130
	2.9. POPIS PRIMJENJENIH ZAKONA, PRAVILNIKA, PROPISA I NORMI	132
	2.10. ZAVRŠNE ODREDBE	139
3.	PROCJENA TROŠKOVA GRADNJE	140
	3.1. PROCJENA TROŠKOVA GRADNJE	141
4.	NACRTI.....	142
	4.1. POPIS NACRTA.....	143

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



II. IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:

080737876

OIB:

51108551424

TVRTKA:

1 CENTAR GRAĐEVINSKOG FAKULTETA d.o.o. za projektiranje i nadzor nad gradnjom

1 CENTAR GRAĐEVINSKOG FAKULTETA d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:

1 Zagreb (Grad Zagreb)
Sveti Duh 129

PRAVNI OBLIK:

1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

- 1 * - projektiranje, građenje, uporaba i uklanjanje građevina
- 1 * - nadzor nad gradnjom
- 1 * - obavljanje djelatnosti upravljanja projektom gradnje
- 1 * - stručni poslovi prostornog uređenja
- 1 * - stručni poslovi zaštite okoliša
- 1 * - kupnja i prodaja robe
- 1 * - obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
- 3 * - ispitivanje usklađenost mjerila
- 3 * - ovjeravanje zakonitih mjerila
- 3 * - ispitivanje usklađenost pakovina i boca kao mjernih spremnika
- 3 * - vođenje evidencije ovjerenih zakonitih mjerila
- 3 * - provođenje službenih mjerenja
- 3 * - pregledavanje, popravak i ispitivanje zakonitih mjerila i/ili mjernih sustava radi pripreme za ovjeravanje
- 3 * - posredovanje u prometu nekretnina
- 3 * - poslovanje nekretninama
- 3 * - izrada elaborata stalnih geodetskih točaka za potrebe osnovnih geodetskih radova
- 3 * - izrada elaborata izmjere, označivanja i održavanja državne granice
- 3 * - izrada elaborata izrade Hrvatske osnovne karte
- 3 * - izrada elaborata izrade digitalnih ortofotokarata
- 3 * - izrada elaborata izrade detaljnih topografskih karata
- 3 * - izrada elaborata izrade preglednih topografskih

D004, 2016-03-21 08:59:17

Stranica: 1 od 4

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PREDMET POSLOVANJA:

- karata
- 3 * - izrada elaborata katastarske izmjere
 - 3 * - izrada elaborata tehničke reambulacije
 - 3 * - izrada elaborata prevođenja katastarskog plana u digitalni oblik
 - 3 * - izrada elaborata prevođenja digitalnog katastarskog plana u zadanu strukturu
 - 3 * - izrada elaborata za homogenizaciju katastarskog plana
 - 3 * - izrada parcelacijskih i drugih geodetskih elaborata katastra zemljišta
 - 3 * - izrada parcelacijskih i drugih geodetskih elaborata katastra nekretnina
 - 3 * - izrada parcelacijskih i drugih geodetskih elaborata za potrebe pojedinačnog prevođenja katastarskih čestica katastra zemljišta u katastarske čestice katastra nekretnina
 - 3 * - izrada elaborata katastra vodova i stručne geodetske poslove za potrebe pružanja geodetskih usluga
 - 3 * - tehničko vođenje katastra vodova
 - 3 * - izrada posebnih geodetskih podloga za potrebe izrade dokumenata i akata prostornog uređenja
 - 3 * - izrada posebnih geodetskih podloga za potrebe projektiranja
 - 3 * - izrada geodetskih elaborata stanja građevine prije rekonstrukcije
 - 3 * - izrada geodetskoga projekta
 - 3 * - iskolčenje građevina i izradu elaborata iskolčenja građevine
 - 3 * - izrada geodetskog situacijskog nacрта izgrađene građevine
 - 3 * - geodetsko praćenje građevine u gradnji i izrada elaborata geodetskog praćenja
 - 3 * - praćenje pomaka građevine u njezinom održavanju i izrada elaborata geodetskog praćenja
 - 3 * - geodetski poslovi koji se obavljaju u okviru urbane komasacije
 - 3 * - izrada projekta komasacije poljoprivrednog zemljišta i geodetski poslovi koji se obavljaju u okviru komasacije poljoprivrednog zemljišta
 - 3 * - izrada posebnih geodetskih podloga za zaštićena i štitićena područja
 - 3 * - stručni nadzor nad:
 - 3 * - izradom elaborata katastra vodova i stručnih geodetskih poslova za potrebe pružanja geodetskih usluga
 - 3 * - tehničkim vođenjem katastra vodova
 - 3 * - izradom posebnih geodetskih podloga za potrebe izrade dokumenata i akata prostornog uređenja
 - 3 * - izradom posebnih geodetskih podloga za

D004, 2016-03-21 08:59:17

Stranica: 2 od 4

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PREDMET POSLOVANJA:

- | | | |
|---|---|--|
| 3 | * | potrebe projektiranja |
| 3 | * | - izradom geodetskih elaborata stanja građevine prije rekonstrukcije |
| 3 | * | - izradom geodetskoga projekta |
| 3 | * | - iskolčenjem građevina i izradom elaborata iskolčenja građevine |
| 3 | * | - izradom geodetskog situacijskog nacrtu izgrađene građevine |
| 3 | * | - geodetskim praćenjem građevine u gradnji i izradom elaborata geodetskog praćenja |
| 3 | * | - praćenjem pomaka građevine u njezinom održavanju i izradom elaborata geodetskog praćenja |
| 3 | * | - izradom posebnih geodetskih podloga za zaštićena i štitićena područja |
| 3 | * | - tehničko ispitivanje i analiza |
| 3 | * | - energetska certificiranje, energetski pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi |
| 3 | * | - istraživanje i razvoj u području graditeljstva, arhitekture i elektrotehnike i strojarstva |
| 3 | * | - istraživanje i eksploatacija mineralnih sirovina |
| 3 | * | - izrada projekta građenja rudarskih objekata i postrojenja |
| 3 | * | - građenje ili izvođenje pojedinih radova na rudarskim objektima i postrojenjima |
| 3 | * | - usluge informacijskog društva |
| 3 | * | - djelatnost javnoga cestovnog prijevoza putnika ili tereta u unutarnjem cestovnom prometu |
| 3 | * | - prijevoz putnika u unutarnjem cestovnom prometu |
| 3 | * | - javni prijevoz putnika u međunarodnom linijskom cestovnom prometu |
| 3 | * | - prijevoz tereta u unutarnjem i međunarodnom cestovnom prometu |
| 3 | * | - prijevoz za vlastite potrebe |
| 3 | * | - savjetovanje u vezi s poslovanjem i upravljanjem |
| 3 | * | - promidžba (reklama i propaganda) |
| 3 | * | - istraživanje tržišta i ispitivanje javnog mnijenja |
| 3 | * | - organiziranje seminara, kongresa, savjetovanja |
| 3 | * | - računalne i srodne djelatnosti |
| 3 | * | - računovodstveni poslovi |

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- 1 SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET, pod MBS:
080255190, upisan kod: Trgovački sud u Zagrebu, OIB:
62924153420
Zagreb, fra Andrije Kačića Miošića 26

D004, 2016-03-21 08:59:17

Stranica: 3 od 4

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

1 - jedini osnivač d.o.o.

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

3 Danijela Jurić Kačunić, OIB: 12298392783

Zagreb, Metalčeva ulica 1

3 - direktor

3 - zastupa društvo pojedinačno i samostalno odlukom člana društva od 17.07.2015. godine

TEMELJNI KAPITAL:

1 20.000,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

1 Izjava o osnivanju društva od 05.07.2010. godine

3 Odredbe Izjave o osnivanju društva od 05.07.2010. godine promijenjene su Odlukom člana društva u članku 3. o predmetu poslovanja te je sastavljen pročišćeni tekst Izjave o osnivanju d.o.o. koji se dostavlja u zbirku isprava.

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

	Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	27.02.15	2014	01.01.14 - 31.12.14	Izjava o neaktivnosti

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU Tt	Datum	Naziv suda
0001 Tt-10/8922-2	04.08.2010	Trgovački sud u Zagrebu
0002 Tt-14/9467-2	24.04.2014	Trgovački sud u Zagrebu
0003 Tt-15/21733-2	29.07.2015	Trgovački sud u Zagrebu
eu /	07.03.2012	elektronički upis
eu /	12.03.2013	elektronički upis
eu /	26.02.2014	elektronički upis
eu /	27.02.2015	elektronički upis

U Zagrebu, 21. ožujka 2016.

Ovlaštena osoba

D004, 2016-03-21 08:59:17

Stranica: 4 od 4

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



III. RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA

Na temelju čl. 51. "Zakona o gradnji" (NN 153/13, NN 20/17, NN39/19, NN125/19), te „Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju“ (NN 78/15, NN 114/18, NN 110/19), donosi se:

RJEŠENJE

kojim se prof.dr.sc. Meho Saša Kovačević, dipl.ing.građ. imenuje projektantom za izradu slijedeće tehničke dokumentacije:

ZAHVAT: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

LOKACIJA: Lokalna cesta LC 33181 Orleković (D36) – Brkiševina

VRSTA PROJEKTA: Glavni projekt

BROJ PROJEKTA: GLP-05/2023

Djelatnik prof.dr.sc. Meho Saša Kovačević, dipl.ing.građ. ispunjava uvjete za obavljanje poslova projektiranja. Ima položen stručni ispit i više od 5 godina radnog iskustva na poslovima projektiranja i nadzora, te je upisan u „Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva“ pod rednim brojem 3189, klasa: UP/I-360/01/02-01/3189, urbroj: 314-01-02-1.

Zagreb, siječanj 2023.

Direktorica Centra Građevinskog Fakulteta:

prof.dr.sc. Danijela Jurić Kaćunić, dipl.ing.građ.

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



IV. POTVRDA O UPISU U IMENIK OVLAŠTENIH INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA



REPUBLIKA HRVATSKA

HRVATSKA KOMORA ARHITEKATA
I INŽENJERA U GRADITELJSTVU

Klasa: UP/I-360-01/02-01/ 3189
Urbroj: 314-01-02-1
Zagreb, 21. lipnja 2002.

Na temelju članka 24. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 40/99 i 112/99), Pravilnika o upisima u strukovne razrede Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu, te na temelju Odluke Odbora za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva od 19.06.2002. godine, koji je rješavao po Zahtjevu za upis dr.sc. KOVAČEVIĆ MEHO-SAŠA, dipl.ing.građ., ZAGREB, KSAVER 161, Odbor za upis donosi, a predsjednik Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu potpisuje

RJEŠENJE

1. U **Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva** upisuje se dr.sc. **KOVAČEVIĆ MEHO-SAŠA**, dipl.ing.građ., ZAGREB, pod rednim brojem **3189**, s danom upisa **19.06.2002.** godine.
2. Upisom u **Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva**, dr.sc. KOVAČEVIĆ MEHO-SAŠA, dipl.ing.građ., stječe pravo na uporabu strukovnog naziva "**ovlašteni inženjer građevinarstva**" i pravo na obavljanje poslova temeljem članka 25. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a u svezi s člankom 4. stavkom 1. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu, te ostala prava i dužnosti sukladno posebnim propisima.
3. Ovlašteni inženjer građevinarstva stječe pravo na "**inženjersku iskaznicu**" i "**pečat**".
4. Ovlašteni inženjer građevinarstva poslove iz točke 2. ovoga rješenja dužan je obavljati stvarno i stalno.
5. Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je plaćati Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu članarinu i ostala davanja koja utvrde tijela Komore i Razreda.

Obrazloženje

dr.sc. KOVAČEVIĆ MEHO-SAŠA, dipl.ing.građ., podnio je Zahtjev za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva.

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



Odbor za upise razreda inženjera građevinarstva proveo je na sjednici održanoj 19.06.2002. godine postupak u povodu dostavljenog Zahtjeva, te je temeljem članka 24. stavka 2. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), a u svezi s člankom 5. stavkom 4. i člankom 20. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 40/99 i 112/99), donio Odluku o upisu imenovanog u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva. Predmetna Odluka dostavljena je stručnoj službi Komore na dovršetak postupka i na potpis predsjedniku Komore.

Ovlašteni inženjer građevinarstva može obavljati poslove projektiranja i/ili stručnog nadzora u samostalnom uredu ili u projektantskom društvu, odnosno u drugoj pravnoj osobi registriranoj za poslove projektiranja i/ili stručnog nadzora.

Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je poslove projektiranja i/ili stručnog nadzora obavljati stvarno i stalno sukladno članku 25. stavku 2. Zakona o gradnji "Narodne novine", br. 52/99).

Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva imenovani je stekao pravo na "pečat" i "inženjersku iskaznicu" koje mu izdaje Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu.

Na temelju članka 141. stavka 1. točke 1. Zakona o općem upravnom postupku ("Narodne novine", br. 53/91), predmet je riješen po skraćenom postupku.

Pouka o pravnom lijeku

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



PREDSEDNIK KOMORE

doc. sc. Bernard Franković, dipl.ing.stroj., v.r.

Dostaviti:

1. MEHO-SAŠA KOVAČEVIĆ, 10000 ZAGREB, KSAVER 161
2. U Zbirku isprava Komore
3. Pismohrana Komore

Zabilješka:

Istovjetnost ovog otpravka s izvornikom ovjerava

Broj. 63-02/03
Zagreb, 10.10.2003. godine



Tajnica Komore:

Sančana Rupić, dipl.iur.

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



NARUČITELJ: Općina Lekenik

Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

ZAHVAT: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

LOKACIJA: Lokalna cesta LC 33181 Orleković (D36) – Brkiševina

BROJ PROJEKTA: GLP-05/2023

2 TEHNIČKI DIO



2.1. TEHNIČKI OPIS

Predmet ovog projekta je sanacija klizišta na lokalnoj cesti LC33181 Orleković (DC36) – Brkiševina u mjestu Orleković. Izrada projekta, kao i provedba istražnih radova i izrada elaborata (GEL-53/2022) naručeni su od strane Općine Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik.

Nakon potresa ML6.2 od 29.12.2020 s epicentrom u blizini Petrinje, na području sisačko-moslavačke županije došlo je do aktivacije ranije registriranih klizišta kao i do formiranja novih klizišta. Jedno takvo klizište, koje je dodatno aktivirano djelovanjem potresa, je klizište na lokalnoj cesti LC33181 koja vodi od državne ceste DC36 kod mjesta Orleković prema Brkiševini. Djelovanjem potresa došlo je do zahvaćanja trupa ceste i neposredne opasnosti za sigurno odvijanje prometa. Klizište se nalazi cca 800 metara od DC36 u mjestu Orleković, gdje je došlo do klizanja nizbrežno od prometnice.



Slika 1. Prikaz klizišta iz zraka s naznačenom procijenjenom konturom klizišta

Klizanjem je obuhvaćeno cca 40 metara prometnice, dok je na dijelu od cca 15 metara došlo do značajnog zahvaćanja trupa ceste su kao interventna mjera postavljene ogade tipa New Jersey. Na nizbrežnoj strani predmetnog poteza prisutna je značajna denivelacija terena, visine oko 9 metara, koja je ujedno i visina klizišta.



Slika 2. Pogled na dio prometnice zaštićen ogradom tipa New Jersey



Slika 3. Trup ceste zahvaćen klizanjem



Na prometnici su vidljive pukotine u uzdužnom smjeru koja su indikator progresivnog klizanja. Na pribrežnoj strani prometnice nalazi se zemljani odvodni jarak koji je u potpunosti obrastao vegetacijom i nije u funkciji.



Slika 4. Uzdužne pukotine u asfaltu



Slika 5. Odvodni jarak obrastao vegetacijom



Prometnica je asfaltirana, širine oko 4 metara. Neadekvatna drenaža oborinskih i podzemnih voda, u kombinaciji s nepovoljnom topografijom terena i djelovanjem potresnih sila su uzročnici navedene pojave klizanja koja ugrožava sigurnost prometa na predmetnoj lokaciji.

Kao podloga za izradu projekta sanacije klizišta u mjestu Orleković na lokalnoj cesti LC33181 poslužio je:

Geotehnički elaborat – Sanacija klizišta na lokalnoj cesti u općini Lekenik, od DC36 prema Brkiševini, Centar građevinskog fakulteta d.o.o., GEL-53/2022, prosinac 2022.

Nakon provedenih istražnih radova, ustanovilo se da se na lokaciji nalazi karakteristični geotehnički profil tla koji se sastoji od cestovnog nasipa ispod prometnice, sloja gline promjenjive debljine duž prometnicu nakon čega slijedi sloj glinovitog pijeska do dubine dna bušotine. Detaljniji prikaz geotehničkih karakteristika dan je u poglavlju 2.2.

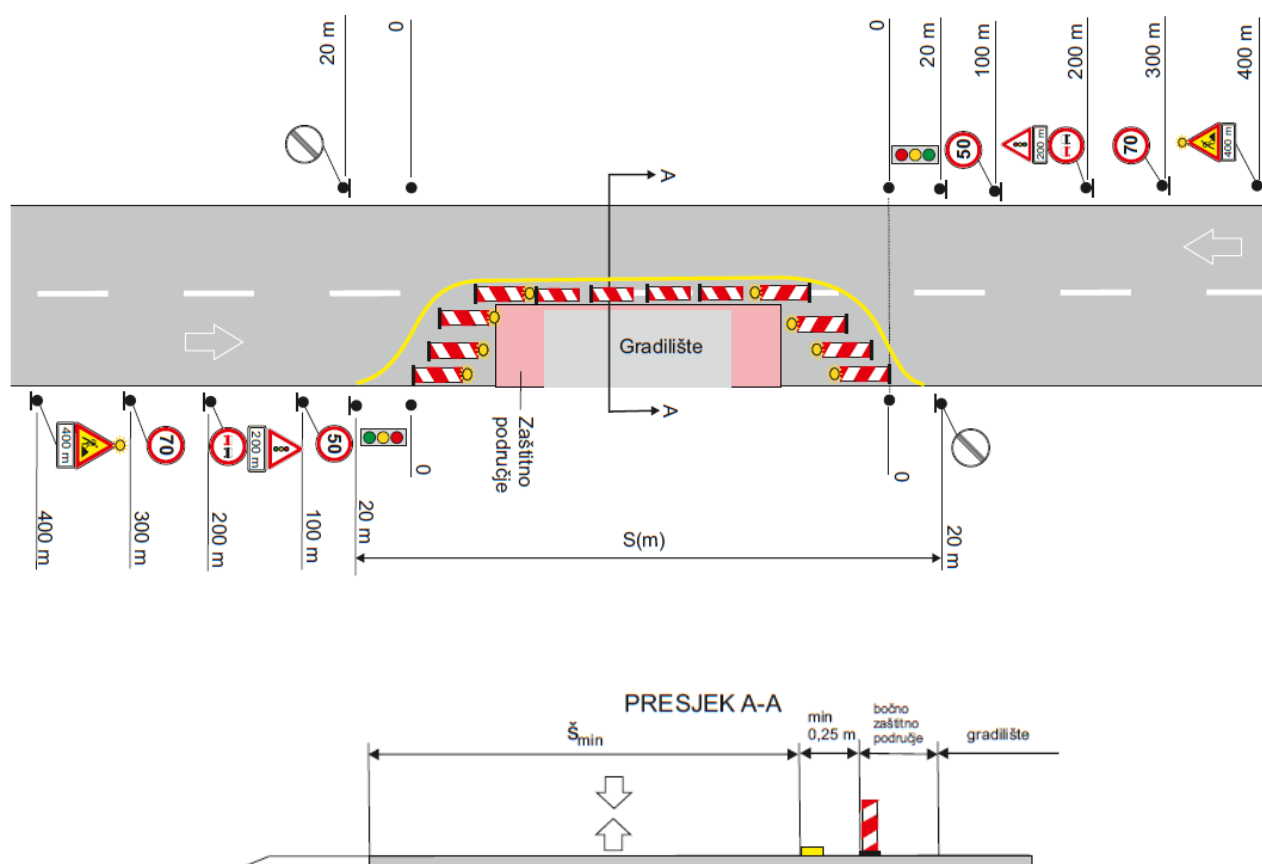
Uzimajući u obzir znakove klizanja nizbrežne padine u vidu zahvaćanja klizanjem dijela prometnice trenutačno zaštićenog New Jersey ogradom te pojava uzdužnih vlačnih pukotina na asfaltu te činjenicu kako se od klizanja mora štititi lokalna cesta LC33181, kao optimalno rješenje odabrana je sanacija AB pilotnom stijenom s naglavnom gredom uz nizbrežni rub prometnice uz zamjenu materijala i uređenje pokosa do dna nizbrežne padine.

Na predmetnoj lokaciji se u duljini od 49,2 metra izvodi iskop, uklanja postavljena zaštitna ograda tipa New Jersey, prometni znak i priprema terena za izvedbu pilotne stijene, te je u ovoj fazi izvođač dužan postaviti i održavati privremenu regulaciju prometa koja obavezno mora uključivati zatvor istočnog (nizbrežnog) traka ceste u zoni radova sanacije, prema prometnom elaboratu privremene regulacije prometa kojeg mora izraditi o svom trošku. Na lokaciji sanacije nema nadzemnih instalacija. **Nema informacija o podzemnim instalacijama u zoni sanacije. Ukoliko se tijekom**

radova iskopa naiđe na postojeće instalacije, iste je potrebno razmjestiti ili zaštititi kako ne bi došlo do oštećenja prilikom sanacije klizišta.

Na cjelokupnoj dionici piloti su promjera $\varnothing 40$ cm i duljine 10 metara, na osnom razmaku od 60 cm. Piloti se izvode CFA postupkom i betoniraju betonom klase C30/37 i armiraju armaturom B500A $6\varnothing 16$ mm (glavna) te B500A spirala $\varnothing 10$ mm / 15 cm (poprečna). Nakon toga se izvodi naglavna greda dimenzija 60×80 cm koja se betonira betonom klase C30/37 i armira armaturom B500A $8\varnothing 16$ mm (glavna) te B500A $\varnothing 12$ mm / 15 cm (poprečna). Konstrukcija se pozicionirana tako da rub pilotne stijene prati poziciju nizbrežnog ruba prometnice. Za vrijeme izvedbe radova potrebno je osigurati ograničeno odvijanje prometa, uz obavezni zatvor istočnog traka prometnice u zoni radova sanacije. Tokom radova za promet se zatvara 3 metra ceste od osi pilotne stijene s istočne strane prometnice. Kako bi se omogućio promet jednim prometnim trakom prije početka radova izvođač je dužan zasipati i izravnati teren na poziciji postojećeg zemljanog jarka nekoherentnim materijalom (dobro graduirani šljunak) promjera 8

– 63 mm, duljine 60 metara i zbijenim na 100 MPa kako bi se dobila adekvatna privremena prometna površina minimalne širine 2,5 do 3 metra, pomoću koje će uz postavljanje signalizacije (semafori i znakovi) biti omogućeno naizmjenično odvijanje prometa jednim prometnim trakom. Na slijedećoj slici prikazan je primjer predviđene privremene regulacije prometa za dvosmjerne ceste izvan naselja s jednosmjernim prometom na suženom dijelu kolnika u području gradilišta regulirano prometnim svjetlima.



Slika 6. Primjer privremene regulacije prometa

Nakon izvedbe pilotne stijene pristupa se zamjeni tla i uređenju pokosa, u duljini od cca 30 metara (iskop u 6 kampada od 5 metara). Usijecanje padine izvodi se opreznim strojnim iskopom pod nagibom od 1:1 visine 2 metar s bermama duljine 1 metra, sve prema nacrtima projekta. Nakon izvedenih iskopa vrši se uređenje temeljnog tla mehaničkim zbijanjem do minimalne zbijenosti od 20 MPa, nakon čega se izvodi tijelo pokosa nekoherentnim materijalom (dobro graduirani šljunak) promjera 8 – 63 mm u slojevima od 50 cm i zbijenim na 40 MPa. Na novouređeni pokos postavlja se završni sloj koji se sastoji od separacijskog geotekstila, sloja humusa debljine 20 cm, geotekstil protiv erozije učvršćenog čavlima i hidrosjetve u cilju povećanja stabilnosti na površinsku eroziju kao i radi estetskih aspekata. Završni nagib novo izvedenog pokosa je 1:1,5 s jednom bermom



varijabilne duljine duž poteza zamjene tla koja se izvodi po sredini visine pokosa. Novoizvedeni pokos obavezno je potrebno na bočnim stranicama uklopiti s postojećim pokosom.

Nakon izvedbe radova sanacije najprije se uklanja nasipani materijal s pribrežne strane prometnice korišten za omogućavanje odvijanja prometa tokom radova nakon čega se uklanja prometnica u kompletnoj širini (cca 4 metra), u duljini 60 metara. Izvodi se frezanje i uklanjanje postojeće kolničke konstrukcije (debljine cca 10 cm). Rekonstrukcija prometnice provodi se zbijanjem nosivog sloja od nevezanog kamenog materijala na modul krutosti $M_s > 100$ MPa, ugradnjom novog nosivog i habajućeg sloja asfalta u širini prethodno odstranjenog, te ugradnjom rubnjaka između sanirane prometnice i pilotne stijene.

Važnu stavku kod predmetnih radova predstavlja sanacija sustava odvodnje oborinske vode s prometnice u vidu rubnjaka s nizbrežne strane prometnice zajedno sa postavljanjem betonskih kanalisa niz padinu kako bi se omogućila odvodnja vode van zone klizanja i čišćenje vegetacije i uklanjanje otpada zajedno s profiliranjem postojećeg zemljanog jarka uz pribrežnu stranu prometnice do prvobitnog stanja i čišćenja postojećeg propusta duljine 3 metra.

Nakon izvedbe radova sanacije potrebno je provesti završno uređenje gradilišta, zajedno sa sjetvom travnate smjese na predviđenim zonama.

U cilju praćenja kontrole kvalitete izvedbe kao i verifikacije projektnog rješenja predvidio se i program mjerenja i opažanja koji uključuje ispitivanje cjelovitosti pilota (PIT metoda), inklinometarska mjerenja kao i mjerenja pomaka geodetskim reperima.

Na temelju podloga iz poglavlja 2.2. su napravljeni geotehnički proračuni dani u poglavlju 2.3., a u okviru istog poglavlja je proveden i odabir proračunskih parametara materijala. Dani su i tehnički uvjeti izvedbe (poglavljje 2.4.) Svi detalji izvedbe su dani u nacrtima u poglavlju 4.

Detalji izvedbe projektiranih radova određeni su ovim dokumentom. Određeni detalji nisu dani, zbog specifičnih uvjeta na terenu, te će isti biti određeni tijekom izvedbe. Tijekom izvođenja radova može se pojaviti potreba za prilagodbom projektnog rješenja zbog novonastalih okolnosti u temeljnom tlu. U tom slučaju, konačno rješenje treba donijeti uz suglasnost Investitora, Projektanta, Nadzornog inženjera i Izvođača radova.

Izrada detaljnog dinamičkog plana provedbe radova sanacije je obveza Izvođača i potrebno ga je izraditi prije početka radova sanacije.

Tijekom izvođenja potrebno je osigurati projektantski i geotehnički nadzor. Pri tome geotehnički nadzor mora biti kontinuirano prisutan tijekom cijelog vremena izvedbe.

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



Prije početka radova na predmetnoj lokaciji izvođač je dužan postaviti i održavati privremenu regulaciju prometa prema prometnom elaboratu privremene regulacije prometa o svom trošku na dijelovima gdje je potrebna.

Zagreb, siječanj 2023.

Projektant:

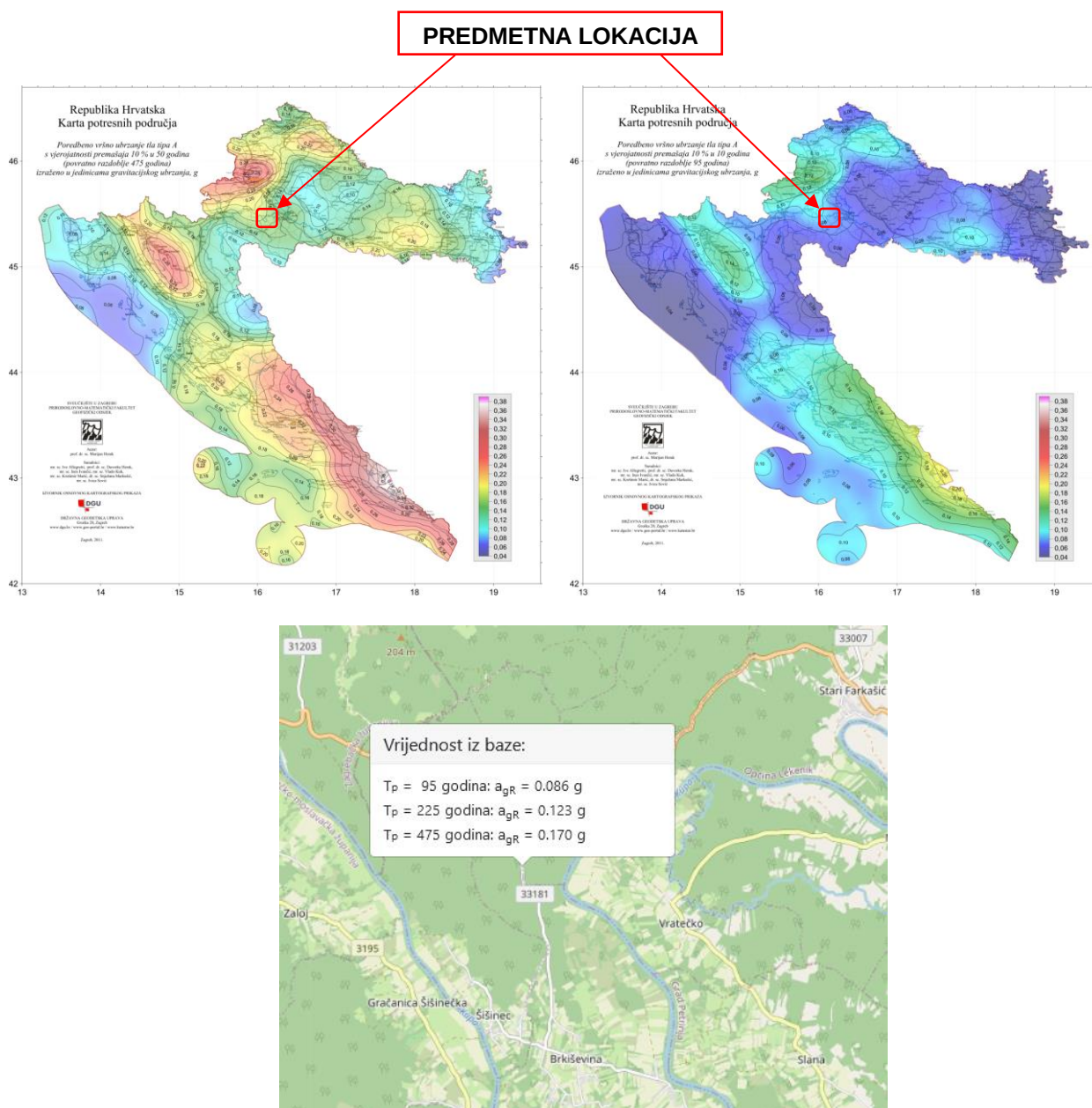
HRVATSKA KOMORA INŽENJERSTVA I GRAĐEVINARSTVA
dr.sc. Meho-Saša Kovačević
dipl. inž. građ.
Ovlašten inženjer građevinarstva
G 3189

prof.dr.sc. Meho Saša Kovačević, dipl.inž.građ.

2.2. SEIZMIČKE I GEOTEHNIČKE ZNAČAJKE LOKACIJE

2.2.1. Seizmičke značajke lokacije

Potresno djelovanje određuje se preko proračunskog ubrzanja tla a_g , koje odgovara povratnom periodu potresa od 475 godina. Računsko ubrzanje tla ovisi o stupnju potresnog rizika i određuje se na temelju odgovarajućih seizmoloških ispitivanja lokacije građevine ili prema usvojenim seizmičkim kartama. Karte s tumačem su sastavni dio Nacionalnog dodatka za niz normi HRN EN 1998-1:2011/NA:2011, Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija - 1.dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade.



Slika 7. Seizmičke karakteristike predmetne lokacije



Prema seizmičkoj karti Republike Hrvatske, za predmetnu dionicu referentno je proračunsko ubrzanje od $a_{gR}=0.170g$ za povratni period od 475 godina, a $a_{gR}=0.086g$ za povratni period od 95 godina. Prema EC8, poglavlje 3., točka 3.1.2., za potrebe eventualnih seizmičkih analiza potrebno je definirati klasu temeljnog tla/stijene, čime bi se uzeli u obzir lokalni uvjeti u tlu na seizmičke akcije na konstrukciju. Na osnovu rezultata istražnih radova, može se zaključiti da temeljno tlo predmetne lokacije spada u "C" klasu.

Tablica 1. Klase temeljnog tla

Klasa tla	Opis tla	Parametri		
		$V_{s,30}$ [m/s]	N_{60} [udaraca]	c_u [kPa]
A	Stijena ili stijenski materijal, uključujući najviše 5 m trošne zone od površine terena	> 800	-	-
B	Depozit vrlo zbijenog pijeska, šljunka ili vrlo krute gline debljine najmanje nekoliko desetaka metara, karakteriziran povećanjem mehaničkih svojstava po dubini	360 – 800	> 50	> 250
C	Depoziti dobro zbijenog ili srednje zbijenog pijeska, šljunka ili krute gline, debljine sloja od nekoliko desetaka do nekoliko stotina metara	180 – 360	15 – 50	70 – 250
D	Nekoherentni depoziti, slabe do srednje zbijenosti (sa ili bez prisutnosti mekih koherentnih slojeva), ili pretežno meko do kruto kohezivno tlo.	< 180	< 15	< 70
E	Profil tla čini aluvij sa vrijednostima "Vs" brzina posmičnih valova od tipa tla C i D kojemu debljina sloja varira od 5 – 20m, ispod kojeg leži krući materijal sa minimalno brzinom posmičnih valova od $V_s > 800$ m/s.	–	–	–
S₁	Depozit koji se sastoji ili sadrži sloj gline ili praha, minimalne debljine 10m, sa visokim indeksom plastičnosti ($PI > 40$) i visokim sadržajem vode	< 100	–	10 – 20
S₂	Depozit likvefabalnog tla, osjetljivih glina ili bilo koji drugi profil tla koji nije uključen u tipove A, B, C, D, E ili S ₁			

Tablica 2. Vrijednosti elastičnog spektra odziva **S** za različite klase tla/stijene

Klasa tla	S	$T_{B(s)}$	$T_{C(s)}$	$T_{D(s)}$
A	1.0	0.15	0.4	2.0
B	1.2	0.15	0.5	2.0
C	1.15	0.20	0.6	2.0
D	1.35	0.20	0.8	2.0
E	1.4	0.15	0.5	2.0

**Tablica 3.** Vrijednosti parametra konstrukcije r u ovisnosti o vrsti temeljne konstrukcije

Vrsta temeljne konstrukcije	r
Gravitacijski zidovi koji mogu prihvatiti slijeganja do $d_r=300 \times \alpha \times S$ [mm]	2.0
Gravitacijski zidovi koji mogu prihvatiti slijeganja do $d_r=200 \times \alpha \times S$ [mm]	1.5
Savitljivi armirano-betonski zidovi, sidreni ili razupirani zidovi, armirano-betonski zidovi na pilotima, upeti podrumski zidovi i upornjaci mostova	1.0

Horizontalni seizmički koeficijent:

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

gdje su: k_h – horizontalni seizmički koeficijent k_v – vertikalni seizmički koeficijent α – koeficijent odnosa proračunskog horizontalnog ubrzanja tla i gravitacijskog ubrzanja a_{hg} – proračunsko horizontalno ubrzanje tla S – parametar ovisan o klasi tla r – parametar ovisan o vrsti konstrukcije

$$k_v = \pm 0.5 \times k_h \quad ; \quad \text{za } a_{vg} / a_g > 0.6$$

$$k_v = \pm 0.33 \times k_h \quad ; \quad \text{za } a_{vg} / a_g \leq 0.6$$

Koeficijent α :

$$\alpha = 0.170 \times g / g \quad ; \quad \alpha = 0.170$$

- za klasu tla C odabran je parametar $S = 1.15$ - za pilotnu stijenu odabran je parametar $r = 1.0$ - za zamjenu materijala odabran je parametar $r = 2.0$ *Pilotna stijena**Zamjena materijala*Proračunski horizontalni seizmički koeficijent k_h :Proračunski horizontalni seizmički koeficijent k_h :

$$k_h = 0.170 \times 1.15 / 1.0 = \mathbf{0.196}$$

$$k_h = 0.170 \times 1.15 / 2.0 = \mathbf{0.098}$$

Proračunski vertikalni seizmički koeficijent k_v :Proračunski vertikalni seizmički koeficijent k_v :

$$k_v = 0.5 \times 0.196 = \mathbf{0.098}$$

$$k_v = 0.5 \times 0.098 = \mathbf{0.049}$$



2.2.2. Geotehničke značajke lokacije

Geotehničke karakteristike tla na lokaciji sanacije klizišta mogu se odrediti na temelju provedenih istražnih radova. Geotehnički istražni radovi sastojali su se od istražnog bušenja i laboratorijskih ispitivanja. Ukupno su izvedene 2 istražne bušotine, B1 i B2, dubine 12 m. U sklopu istražnog bušenja izvodila se identifikacija, inženjerski opis jezgre bušotina, standardni penetracijski pokus te uzimanje poremećenih i neporemećenih uzoraka tla. Uzorci su dostavljani u laboratorij Zavoda za geotehniku na Građevinskom fakultetu u Zagrebu kako bi se izvršila laboratorijska ispitivanja. Laboratorijska ispitivanja sastojala su se od određivanja prirodne vlažnosti tla, klasifikacijskih pokusa (određivanja Atterbergovih granica i granulometrijskog sastava tla) te ispitivanja posmične čvrstoće tla izravnim smicanjem i određivanja modula stižljivosti edometarskim pokusom.

U bušotini B1 do dubine 0.1 m nalazi se asfalt. Od 0.1 do 1.0 m nalazi se nasip. Od 1.0 do 3.0 m nalazi se glina visoke plastičnosti s pijeskom (CH), polučvrstog konzistentnog stanja, žutosmeđe boje, s udjelom šljunka cca 4%, pijeska cca 13% i koherentnih čestica cca 83%. Od 3.0 do 5.0 m nalazi se glina niske plastičnosti s pijeskom (CL), teško gnječivog do polučvrstog konzistentnog stanja, žutosive boje, s udjelom pijeska cca 25% i koherentnih čestica cca 75% i zanemarivim udjelom šljunka. Broj udaraca SPT-a je 16, pri čemu je ispitivanje vršeno šiljkom. Od 5.0 do 12.0 m nalazi se glinoviti pijesak (SC), slabo graduiran, srednje zbijen do zbijen, smeđe boje, s udjelom pijeska cca 31% i koherentnih čestica cca 69% i zanemarivim udjelom šljunka. Broj udaraca SPT-a kreće se od 23 do 36, pri čemu je ispitivanje vršeno šiljkom.

Razina podzemne vode nije zabilježena za vrijeme bušenja.

U bušotini B2 do dubine 0.1 m nalazi se asfalt. Od 0.1 do 0.6 m nalazi se nasip. Od 0.6 do 2.2 m nalazi se glina niske plastičnosti (CL), čvrstog konzistentnog stanja, žutosive boje, s udjelom pijeska cca 14%, koherentnih čestica cca 86% i zanemarivim udjelom šljunka. Od 2.2 do 12.0 m nalazi se glinoviti pijesak (SC), slabo do dobro graduiran, srednje zbijen do zbijen, smeđe boje, s udjelom šljunka od 1 do 2%, pijeska od 56 do 68% i koherentnih čestica od 31 do 42%. Broj udaraca SPT-a kreće se od 12 do 34, pri čemu je ispitivanje vršeno šiljkom.

Razina podzemne vode za vrijeme bušenja bila je na dubini od 10.0 m.

Zagreb, siječanj 2023.

Projektant:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERSTVA I GRAĐEVINARSTVA
dr.sc. Meho-Saša Kovačević
dipl. inž. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 3189

prof.dr.sc. Meho Saša Kovačević, dipl.inž.građ.



GEOTEHNIČKI PRORAČUNI

2.3.1. Uvod

Geotehničkim proračunima provedena je kontrola graničnog stanja nosivosti (eng. **Ultimate Limit State - ULS**) i graničnog stanja uporabivosti (eng. **Serviceability Limit State - SLS**). Proračuni su obavljeni prema smjernicama iz važećih normi za geotehničko projektiranje: HRN EN 1997-1:2012 Eurokod 7: Geotehničko projektiranje - 1. dio: Opća pravila (EN 1997-1:2004+AC:2009), nacionalni dodatak prethodnoj normi HRN EN 1997-1:2012/NA:2012 Eurokod 7: Geotehničko projektiranje - 1. dio: Opća pravila - Nacionalni dodatak, te HRN EN 1998-5:2008 Eurokod 8: Projektiranje konstrukcija otpornih na potres.

Za proračun zaštite klizišta potpornom konstrukcijom koriste se poglavlja:

- (1) Općenito
- (2) Osnove geotehničkog projektiranja
- (7) Temeljenje na pilotima
- (9) Potporne konstrukcije

Eurokod 7 razlikuje pet graničnih stanja nosivosti: **EQU**: gubitak ravnoteže konstrukcije ili tla razmatranog kao kruto tijelo, u kojem čvrstoća konstruktivnog materijala ili tla značajno ne doprinosi otpornosti; **STR**: slom ili velika deformacija betonske, metalne, drvene ili zidane konstrukcije ili njenog elementa, uključivo temelje, pilote, sidra i potporne zidove, u kojima čvrstoća konstruktivnog materijala bitno pridonosi otpornosti; **GEO**: slom ili velika deformacija tla pri kojoj čvrstoća tla ili stijene bitno pridonosi otpornosti; **UPL**: gubitak ravnoteže konstrukcije ili tla uslijed uzgona vode ili drugih vertikalnih sila; **HYD**: hidrauličko izdizanje ili hidraulički slom, interna erozija tla uzrokovana hidrauličkim gradijentima.

Za granična stanja nosivosti STR i GEO razvijena su tri pristupa PP1, PP2 i PP3 (tablica 4), dok je za ostala granična stanja zadržan jedinstveni pristup. Ta tri pristupa se uglavnom razlikuju po fazi proračuna u kojoj će se primijeniti parcijalni faktori: da li na ulazne podatke (djelovanja i svojstva materijala) ili na rezultate proračuna (učinke djelovanja i otpornosti). Pristupi proračunu pobliže definiraju varijante izračuna proračunskog djelovanja (E_d) i proračunske otpornosti (R_d), te daju prijedloge odgovarajućih parcijalnih koeficijenata. Parcijalni koeficijenti podijeljeni su za svaki proračunski pristup u grupu A za djelovanja, grupu M za svojstva materijala i grupu R za otpornosti (tablica 5).

**Tablica 4.** Tri proračunska pristupa (PP) za granična stanja nosivosti STR i GEO

Tri projektna pristupa za granična stanja STR i GEO: kombinacije skupina parcijalnih faktora		
Projektni pristup 1	Projektni pristup 2	Projektni pristup 3
Osnovno opterećeni piloti i sidra: K1a: A1 + M1 + R1 K2a: A2 + (M1b ili M2c) + R4	A1 + M1 + R2	(A1d ili A2e) + M2 + R3
Sve ostale konstrukcije: K1a: A1 + M1 + R1 K2a: A2 + M2 + R1		
a odvojeni proračuni za K1 i K2		d za sile od konstrukcije
b za pilote i sidra		e za geotehničke sile (sile od tla i sl.)
c za nepovoljno djelovanje od negativnog trenja ili bočnog opterećenja pilota		

Tablica 5. Granično stanje STR i GEO: parcijalni koeficijenti za djelovanja i učinke djelovanja

(1) Parcijalni faktori djelovanja (γ_F) i učinka djelovanja (γ_E)						
Djelovanja		Simbol	A1	A2		
Trajna:	nepovoljna	$\gamma_{G,dst}$	1,35	1		
	povoljna	$\gamma_{G,stb}$	1	1		
Promjenjiva:	nepovoljna	$\gamma_{Q,dst}$	1,5	1,3		
	povoljna	$\gamma_{Q,stb}$	0	0		
(2) Parcijalni faktori svojstva materijala (tlo, stijena) (γ_M)						
Svojstvo		Simbol	M1	M2		
Tangens efektivnog kuta trenja		$\gamma_{\phi'}$	1	1,25		
Efektivna kohezija		$\gamma_{c'}$	1	1,25		
Nedrenirana i jednoosna čvrstoća		γ_{cu} ili γ_{qu}	1	1,4		
Težinska gustoća		γ_Y	1	1		
(3) Parcijalni faktori otpora (γ_R)						
Otpornost		Simbol	R1	R2	R3	R4
Plitki temelji:	nosivost	γ_{Rv}	1	1,4	1	-
	klizanje	γ_{Rh}	1	1,1	1	-
Potporne konstrukcije:	nosivost	$\gamma_{R,v}$	1	1,4	1	-
	klizanje	$\gamma_{R,h}$	1	1,1	1	-
	otpor tla	$\gamma_{R,e}$	1	1,4	1	-
	otpor tla	$\gamma_{R,e}$	1	1,1	1	-



2.3.2. Prikaz primijenjenih računalnih programa

A) Sigma/W za naponsko-deformacijske analize

Naponsko - deformacijske analize u cilju određivanja pomaka i reznih sila pilotne stijene, provedene su programom GeoStudio 2020, modul SIGMA/W. Proračunski parametri materijala korišteni su kod određivanja reznih sila u pilotnoj stijeni u sklopu provjere graničnog stanja nosivosti, dok su karakteristični parametri materijala korišteni u određivanju pomaka konstrukcije u sklopu provjere graničnog stanja uporabivosti. Rezne sile izvučene su i iz analiza vezanih za granično stanje uporabivosti. Te vrijednosti se kasnije množe sa parcijalnim faktorom 1.3 za trajna nepovoljna djelovanja i uspoređuju s rezultatima iz analiza vezanih za granično stanje nosivosti. Veće vrijednosti su odabrane kod dimenzioniranja elemenata konstrukcije.

SIGMA/W se temelji na primjeni metode konačnih elemenata a služi za analizu odnosa naprezanja i deformacija. U programu SIGMA/W zadaje se odgovarajući konstitucijski odnos za tlo i parametri tla koje taj odnos zahtjeva. Diferencijalni odnosi u pravilu se izražavaju parcijalnim diferencijalnim jednadžbama ili sustavima takvih jednadžbi, u kojima se pojavljuju nepoznate funkcije ovisne o prostornim koordinatama. Ove funkcije moraju biti zadane na rubovima razmatranog područja neprekidne sredine (rubni uvjeti) i za početno vrijeme (početni uvjeti).

U proračunima se koristila kombinacija dvaju konstitutivnih modela ponašanja tla, linearno elastični te elasto-plastični model ponašanja tla. Linearno elastični model korišten je za početno stanje naprezanja, dok je elasto-plastični model korišten u danjim analizama kako bi se vidjelo dolazi li u tlu do popuštanja, odnosno prekoračenja posmične čvrstoće.

Modelirane su faze izvedbe iskopa i ugradnje elemenata sanacije klizišta. Prema grafičkim prilogima modeliran je karakteristični poprečni presjek. Faze proračuna su slijedeće:

1. Iskop za izvedbu pilotne stijene
2. Ugradnja pilota i izvedba naglavne grede
3. Iskop za izvedbu zamjene tla
4. Kraj gradnje + uporabno opterećenje vozila
5. Klizanje dijela nizbrežne padine nakon iskopa za zamjenu tla (kao mogućnost)
6. Nametanje potresnog opterećenja



B) Slope/W za analize stabilnosti

Analiza stabilnosti u statičkim i potresnim uvjetima obavljena je u programu Slope/W iz programskog paketa GeoStudio 2020, tvrtke GEO-SLOPE International Ltd. Taj program se bazira na metodi granične ravnoteže, kojom se analizira stabilnost određenog kliznog tijela, koji je u kontaktu s okolnim tlom na kliznoj plohi. Klizno se tijelo diskretizira na više vertikalnih lamela. Taj sustav lamela bez uvođenja pretpostavki o njihovoj krutosti je statički neodređen. Analizom uvjeta ravnoteže sila, koje djeluju na svaku od lamela, te uvođenjem pretpostavki radi uklanjanja statičke neodređenosti sustava, utvrđuje se veličina posmičnog i normalnog naprezanja na kliznoj plohi, odnosno na dnu svake lamele. Pretpostavke koje se u ovu metodu unose radi uklanjanja statičke neodređenosti ne odnose se na krutost tla pa su stoga, više ili manje, proizvoljne. Kako su se u praksi pokazale relativno uspješnima, zanemarena krutost tla čini se praktično prihvatljivom. Stupanj stabilnosti u metodama granične ravnoteže se utvrđuje usporedbom posmične čvrstoće i posmičnog naprezanja duž klizne plohe. Za mjeru stupnja stabilnosti uobičajeno se uvodi pojam faktora sigurnosti, koji se definira kao odnos posmične (vršne) čvrstoće na kontaktu klizne plohe i tla, τ_f , i posmičnog naprezanja također na kontaktu klizne plohe i tla, τ .

$$F = \frac{\tau_f}{\tau}$$

gdje su: **F** - faktor sigurnosti [-]

τ_f - vršna posmična čvrstoća [kPa]

τ - posmično naprezanje [kPa]

Iz navedene definicije faktora sigurnosti slijedi da na kliznoj plohi, u dnu promatrane lamele, nije došlo do sloma tla ako je **F**>1, a slom nastupa za slučaj **F**=1. Iz analiza ponekad može slijediti i vrijednost **0**≤**F**<1, ali taj rezultat, zbog činjenice da je najveća moguća vrijednost posmičnog naprezanja upravo posmična čvrstoća, ukazuje da na promatranoj lameli nisu uspostavljeni ravnotežni uvjeti. Jedna od spomenutih pretpostavki, koje služe za uklanjanje statičke neodređenosti sustava lamela, a koja je zajednička svim varijantama metode granične ravnoteže, je pretpostavka o konstantnosti faktora sigurnosti **F** duž klizne plohe kliznog tijela. Ova je pretpostavka realna samo ako je ponašanje tla duktilno (duktilnost je svojstvo, koje se odnosi na mogućnost elementa da podnese veće deformacije bez krto log loma, a izražava se omjerom između deformacija kod sloma i deformacija popuštanja, koji je u pravilu veći od 2), a slom je nastupio duž čitave klizne plohe. U tom slučaju klizno tijelo je u pokretu i stabilnost kosine je narušena. Pretpostavka o konstantnom faktoru sigurnosti duž klizne plohe nije nužno realna ako je **F**>1. Međutim, za duktilno tlo i uz navedenu pretpostavku o konstantnosti faktora sigurnosti duž klizne plohe vrijede gore opisana stanja ravnoteže. Nasuprot tome, za krto tlo, faktor sigurnosti u odnosu na vršnu čvrstoću više ne mora biti



mjera stanja stabilnosti kliznog tijela. Za ta je tla moguć slučaj da je $F > 1$, a klizno tijelo je nestabilno. O tome treba voditi računa u slučajevima nestabilnosti u prekonsolidiranim glinama kao i u osjetljivim glinama koje pokazuju krto ponašanje i u kojima je moguć mehanizam progresivnog sloma.

Određivanjem faktora sigurnosti utvrđuje se stabilnost jednog zamišljenog ili stvarnog kliznog tijela. U slučaju projektiranja kosina, moguće klizno tijelo nije unaprijed određeno, već treba tražiti ono s najmanjim faktorom sigurnosti. Tek je to klizno tijelo mjerodavno za ocjenu stabilnosti čitave kosine, jer je ono „najbliže“ nestabilnom stanju ili slomu. Faktor sigurnosti tog kliznog tijela može se definirati kao faktor sigurnosti čitave kosine. Iz ovog razmatranja slijedi da se praktična primjena metode granične ravnoteže sastoji u pronalaženju kliznog tijela s najmanjim faktorom sigurnosti.

Klizna ploha koja pripada kliznom tijelu s najmanjim faktorom sigurnosti obično se naziva kritičnom kliznom plohom. U praksi se potraga za kritičnom kliznom plohom provodi određivanjem faktora sigurnosti većeg broja probnih kliznih tijela, te izborom onog koje daje najmanji faktor sigurnosti. Ovaj postupak ne osigurava automatski da će se pronađena klizna ploha s najmanjim faktorom sigurnosti uvijek barem približno odgovarati kritičnoj kliznoj plohi. U načelu je moguće zamisliti beskonačan broj kliznih ploha u svakom promatranom slučaju kosine pa bi, opet u načelu, za pronalaženje kritične trebalo odrediti i beskonačni broj faktora sigurnosti. Kako je to praktički nemoguće, izabire se konačan broj probnih kliznih ploha, a iskustvo značajno pomaže da se s velikom vjerojatnošću barem približno pronađe ona kritična. U tome uvelike pomažu razni napredni algoritmi, koji se mogu naći u komercijalnim računalnim programima, kao što je Slope/W, pa problem pronalaženja kritične klizne plohe danas u praksi ne predstavlja posebno složen problem.

Gotovo sve do sada razvijene varijante metode granične ravnoteže mogu se izvesti iz opće metode. Opću formulaciju metode granične ravnoteže prvi su razvili Fredlund i Krahn (1977), te je kao takva predstavljala temelj svim do sada razvijenim varijantama, a koje se međusobno razlikuju po uvedenim pretpostavkama da bi sustav lamela pretvorili u statički određeni sustav. Tablica 6 prikazuje karakteristike nekih poznatijih varijanti opće metode granične ravnoteže.

**Tablica 6.** Karakteristike nekih poznatijih varijanti opće metode granične ravnoteže

Naziv varijante	Oblik klizne plohe	Jednadžbe ravnoteže		Sile među lamelama		Funkcija nagiba sila među lamelama, $f(x)$
		$\Sigma F=0$	$\Sigma M=0$	ΔX	ΔY	
Obična ili Fellenius-ova (Fellenius, 1936)	kružna	NE	DA	$\Delta X = 0$	$\Delta Y = 0$	$X = 0$ $Y = 0$
Janbu-ova pojednostavljena (Janbu, 1954)	opća	DA	NE	$\Delta X \neq 0$	$\Delta Y = 0$	$f(x) = 0$
Bishop-ova pojednostavljena (Bishop, 1955)	kružna	NE	DA	$\Delta X \neq 0$	$\Delta Y = 0$	$f(x) = 0$
Lowe-Karafiath-ova (Lowe i Karafiath, 1960)	opća	DA	NE	$\Delta X \neq 0$	$\Delta Y \neq 0$	prosječni nagib površine terena i dna lamele
Morgenstern-Price-ova (Morgenstern i Price, 1965)	opća	DA	DA	$\Delta X \neq 0$	$\Delta Y \neq 0$	promjenjiva, zadaje korisnik
Spencer-ova (Spencer, 1967)	opća	DA	DA	$\Delta X \neq 0$	$\Delta Y \neq 0$	$f(x) = \text{const.}$
Sarma-ina (Sarma, 1973)	opća	DA	DA	$\Delta X \neq 0$	$\Delta Y \neq 0$	$Y = C + X \cdot \tan \varphi$
Napomene: $\Sigma F=0$ - jednadžba ravnoteže sila $\Sigma M=0$ - jednadžba ravnoteže momenata sila						

Najraširenije u stručnoj praksi su tijekom razdoblja razvoja opće metode bile obična ili Fellenius-ova (švedska) metoda, Janbu-ova pojednostavljena, Bishop-ova pojednostavljena, Morgenstern-Price-ova i Spencer-ova. Od navedenih, prve tri su još u praksi bile prihvatljive za neposredan račun bez korištenja računskog stroja. Za ostale je praktično nužna uporaba računala. Osim navedenih varijanti predložen i niz drugih, koje se koriste s manjim ili većim uspjehom. Današnji suvremeni računalni programi obično nude korisniku na izbor većinu ovih varijanti. Nekad vrlo žustre rasprave o prihvatljivosti i efikasnosti pojedine varijante danas su uglavnom utihnule, jer su dosegnute gotovo krajnje mogućnosti metode, a njeno korištenje uz pomoć suvremenih računarskih programa krajnje je pojednostavljeno i poopćeno.

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



U nastavku su prikazani proračunski parametri usvojeni za elemente pilotne stijene.

1. **Piloti (Ø40 cm)** na osnovom razmaku od 0,6 m, modelirani su kao kontinuirani pločasti element

$$d = 0,40 \text{ m}$$

$$E = 5 \times 10^7 \text{ kPa}$$

$$A = 0,126 \text{ m}^2$$

$$I = 0,00126 \text{ m}^4$$

$$v = 0,20$$

2. **Naglavna greda pilotne stijene** modelirana je kao kontinuirani pločasti elementi

$$b = 0,60 \text{ m}$$

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

$$E = 3 \times 10^7 \text{ kPa}$$

$$A = 0,48 \text{ m}^2$$

$$I = 0,0256 \text{ m}^4$$

$$v = 0,15$$



2.3.3. Ulazni parametri tla za proračun

Karakteristične vrijednosti parametara tla određene su opreznom procjenom na temelju rezultata istražnih radova te uz primjenu korelacija dostupnih u literaturi, a u skladu sa proračunskim metodama i modelima tla. U nastavku su prikazani proračunski parametri tla usvojeni za svaki pojedini sloj tla. Vrijednosti parametara tla umanjene su parcijalnim faktorima sigurnosti prema EC7 projektnom pristupu 3. Kao nepovoljnija varijanta određena je uslojenost iz bušotine B1 s dubljim slojem glinovitog materijala, dok su parametri materijala odabrani kao nepovoljnije varijante iz obaju bušotina (B1 i B2).

1. GEOTEHNIČKA SREDINA 1 – CH (glina visoke plastičnosti s pijeskom)

Tablica 7. Karakteristike geotehničke sredine 1 – CH

Parametar	Simbol	Vrijednost	Jedinica
Zapreminska težina	γ	20,0	kN/m ³
Modul elastičnosti	E'	3925 ⁽³⁾	kN/m ²
Poisson-ov koeficijent	ν	0,35	-
Kohezija	c_d	6,3 ⁽¹⁾	kN/m ²
Kut trenja	φ_d	18,0 ⁽¹⁾	°
Nedrenirana čvrstoća	$c_{u,d}$	71,4 ⁽⁵⁾	kN/m ²

2. GEOTEHNIČKA SREDINA 2 – CL (glina niske plastičnosti s pijeskom)

Tablica 8. Karakteristike geotehničke sredine 2 – CL

Parametar	Simbol	Vrijednost	Jedinica
Zapreminska težina	γ	20,6	kN/m ³
Modul elastičnosti	E'	3170 ⁽³⁾	kN/m ²
Poisson-ov koeficijent	ν	0,33	-
Kohezija	c_d	4,9 ⁽¹⁾	kN/m ²
Kut trenja	φ_d	17,3 ⁽¹⁾	°
Nedrenirana čvrstoća	$c_{u,d}$	108 ⁽⁵⁾	kN/m ²

3. GEOTEHNIČKA SREDINA 3 – SC (glinoviti pijesak)

Tablica 9. Karakteristike geotehničke sredine 3 – SC

Parametar	Simbol	Vrijednost	Jedinica
Zapreminska težina	γ	19,0	kN/m ³
Modul elastičnosti	E'	8640 ⁽⁴⁾	kN/m ²
Poisson-ov koeficijent	ν	0,30	-
Kohezija	c_d	0,6	kN/m ²
Kut trenja	φ_d	26,0 ⁽²⁾	°



(1) odabrano iz pokusa izravnog smicanja te umanjeno za parcijalne faktore sigurnosti prema PP3.

(2) određeno na temelju korelacije između broja udaraca SPT-a i kuta unutarnjeg trenja (Shioi i Fukui, 1982. – Bowles, 1996.) prema izrazu:

$$\varphi = 0,36 \cdot N + 27$$

te umanjeno za parcijalne faktore sigurnosti prema PP3.

(3) odabrano iz edometarskog pokusa te umanjeno za parcijalne faktore sigurnosti prema PP3.
te umanjeno za parcijalne faktore sigurnosti prema PP3.

(4) određeno na temelju korelacije između broja udaraca SPT-a i modula stišljivosti za glinoviti pijesak (Bowles, 1996.) prema izrazu:

$$E' = 320 \cdot (N + 15)$$

te umanjeno za parcijalne faktore sigurnosti prema PP3.

(5) određeno na temelju korelacije između indeksa konzistencije i nedrenirane čvrstoće (Skempton i Northey, 1952.) prema izrazu:

$$c_u = 1.7 \cdot 10^{2 \cdot I_c}$$

te umanjeno za parcijalne faktore sigurnosti prema PP3.



Vrijednosti parametara materijala nasipavanja definirani su u sljedećim tablicama. Odabrana vrijednost kuta trenja se može pretpostaviti kao donja granica te je vjerojatno da će materijal nasipavanja i zbijanja (granulacija 8-63 mm) poprimiti i veće vrijednosti. Ujedno se radi o materijalima kontroliranih karakteristika.

NASIP OD NEKOHERENTNOG MATERIJALA (8 – 63 mm)

Tablica 10. Karakteristike nasipa od nekoherentnog materijala (8 – 63 mm)

Parametar	Simbol	Vrijednost	Jedinica
Zapreminska težina	γ	20	kN/m ³
Modul elastičnosti	E'	40000	kN/m ²
Poisson-ov koeficijent	ν	0,25	-
Kohezija	c_d	0	kN/m ²
Kut trenja	φ_d	40	°

Karakteristike geotekstila na kontaktu temeljnog tla i materijala nasipavanja uzete su kao 2/3 vrijednosti parametara čvrstoći kontaktnog materijala slabijih karakteristika, odnosno temeljnog tla.

U svim proračunskim situacijama zadano je kao povremeno opterećenje prometno opterećenje u iznosu $q=10$ kPa, koje su množi prema PP3 s parcijalnim faktorom 1.3 za nepovoljno djelovanje.

Napomena: u proračunskim dokumentima su pojedini materijali označeni sljedećim bojama.

 materijal zasipavanja

 geotekstil

 glina visoke plastičnosti s pijeskom CH – drenirane analize

 glina niske plastičnosti s pijeskom CL – drenirane analize

 glinoviti pijesak SC – drenirane analize

 glina visoke plastičnosti s pijeskom CH – nedrenirane analize

 glina niske plastičnosti s pijeskom CL – nedrenirane analize



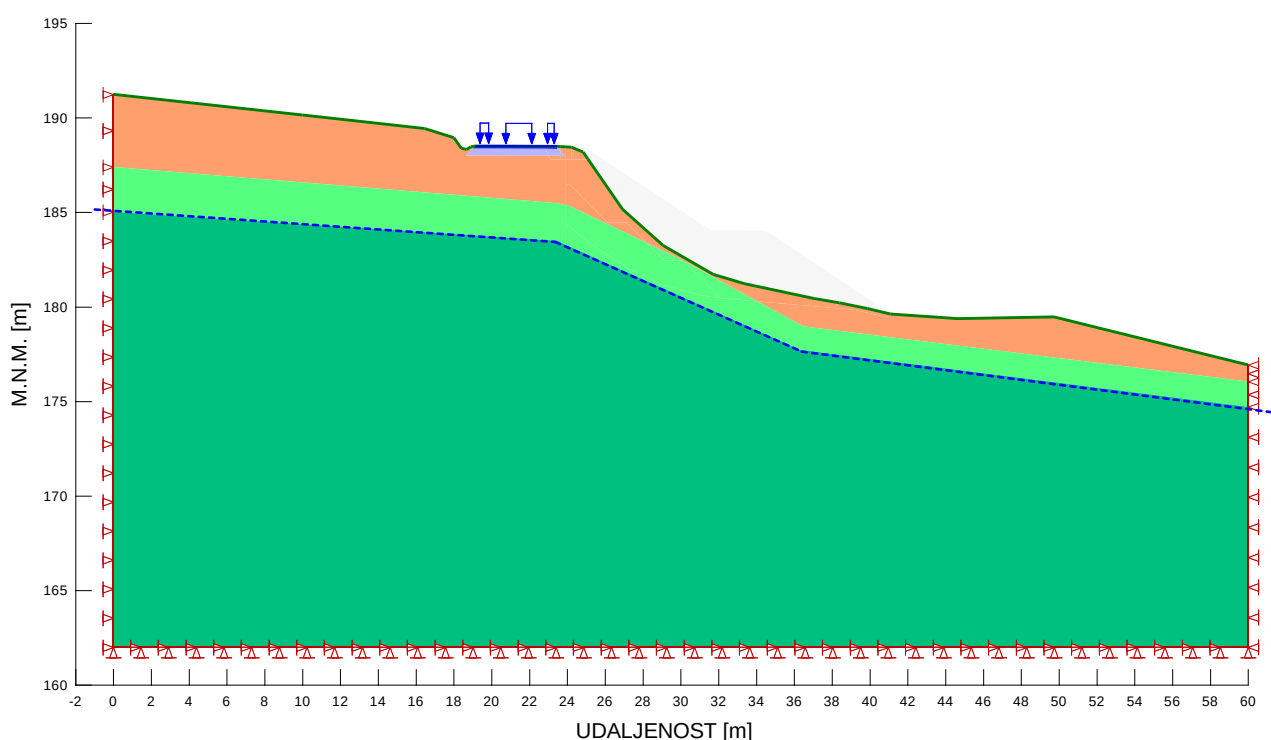
U nastavku su prikazane naponsko – deformacijske analize i analize stabilnosti te dimenzioniranje elemenata konstrukcije i provjere osne nosivosti pilota.

2.3.4. Naponsko - deformacijske analize

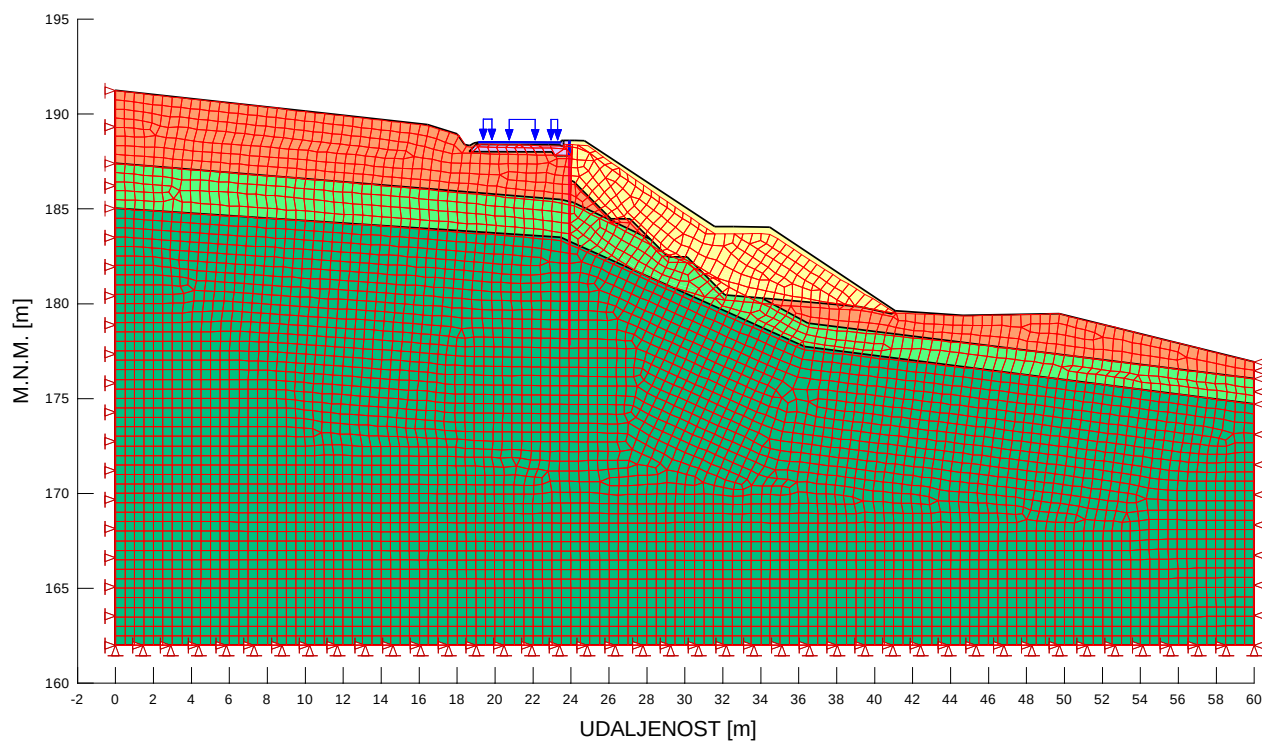
U nastavku su prikazani numerički model i rezultati proračuna u programima Geostudio SIGMA/W. Rezultati su prikazani za poprečni profil na kojemu je došlo do klizanja dijela prometnice (dio prometnice ograđen New Jersey ogradom). Prikazani su slijedeći rezultati analiza graničnog stanja nosivosti (GSN) i graničnog stanja uporabivosti (GSU):

1. Kraj gradnje – GSU
2. Klizanje nizbrežne padine – GSU
3. Potresno opterećenje nakon kraja gradnje – GSU
4. Kraj gradnje – GSN
5. Klizanje nizbrežne padine – GSN

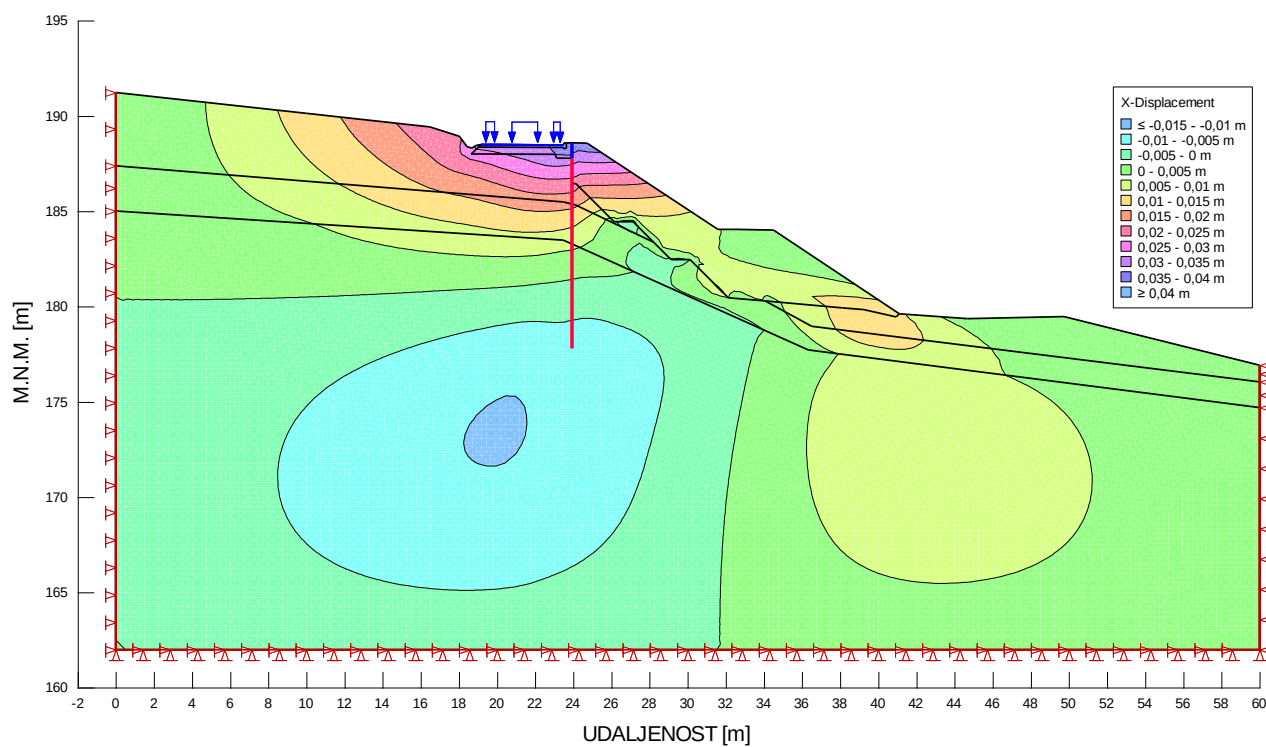
Za pomake konstrukcije relevantne su analize graničnog stanja uporabivosti dok će kod dimenzioniranja elemenata konstrukcije biti odabrane veće vrijednosti reznih sila uvećanje za odgovarajuće parcijalne koeficijente sigurnosti.



Slika 8. Prikaz modela korištenog u naponsko deformacijskoj analizi

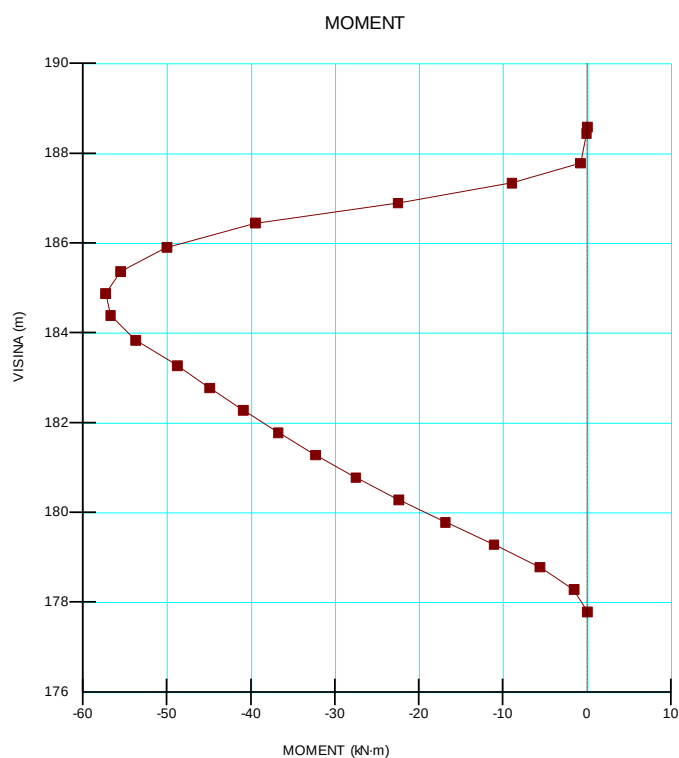


Slika 9. Prikaz deformirane mreže konačnih elemenata za statičke uvjete

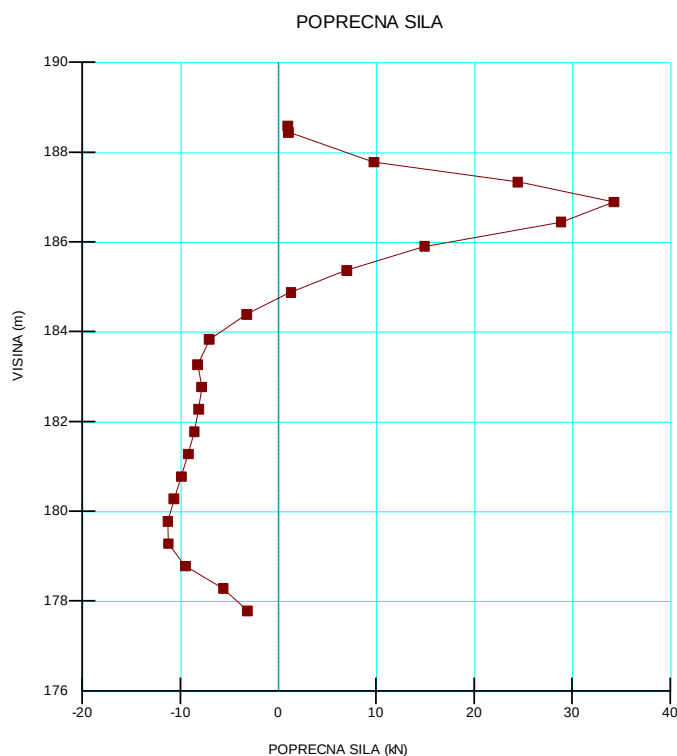


Slika 10. Prikaz horizontalnih pomaka za statičke uvjete
(maksimalni pomak 4,00 cm)

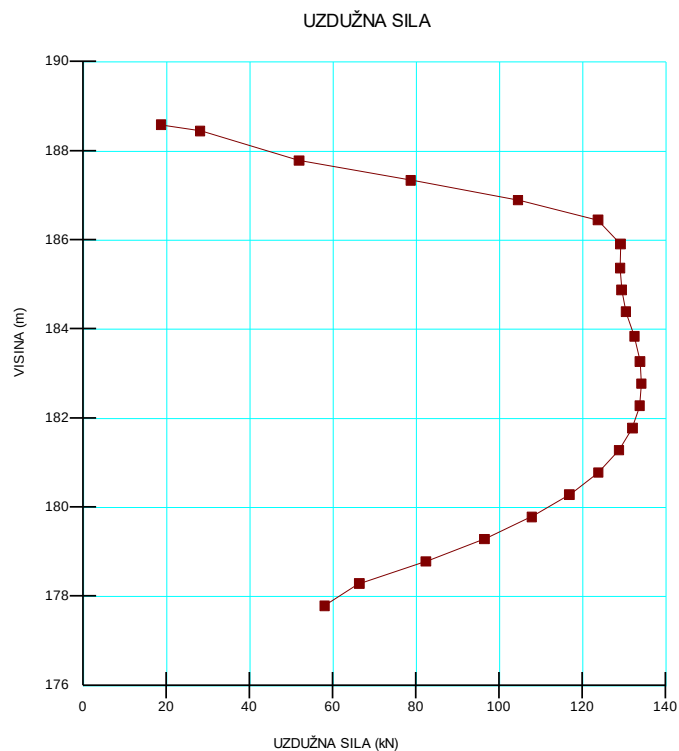
2.3.4.1. Kraj gradnje – GSU



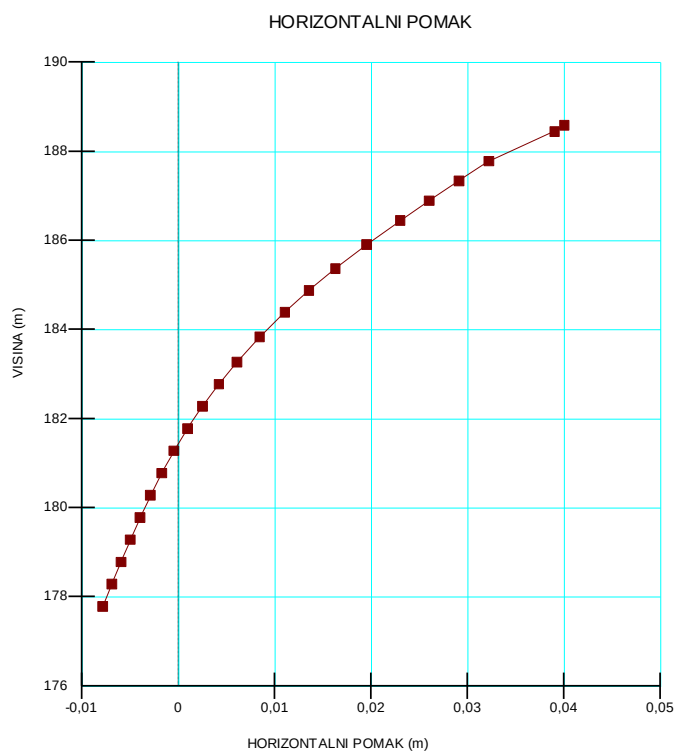
Slika 11. Prikaz momenta savijanja u pilotnoj stijeni za statičke uvjete
(maksimalni moment $M_{\max} = -57,35$ kNm, faza kraja gradnje – GSU, karakteristične vrijednosti parametara)



Slika 12. Prikaz poprečne sile u pilotnoj stijeni za statičke uvjete
(maksimalna poprečna sila $V_{\max} = 34,21$ kN, faza kraja gradnje – GSU, karakteristične vrijednosti parametara)



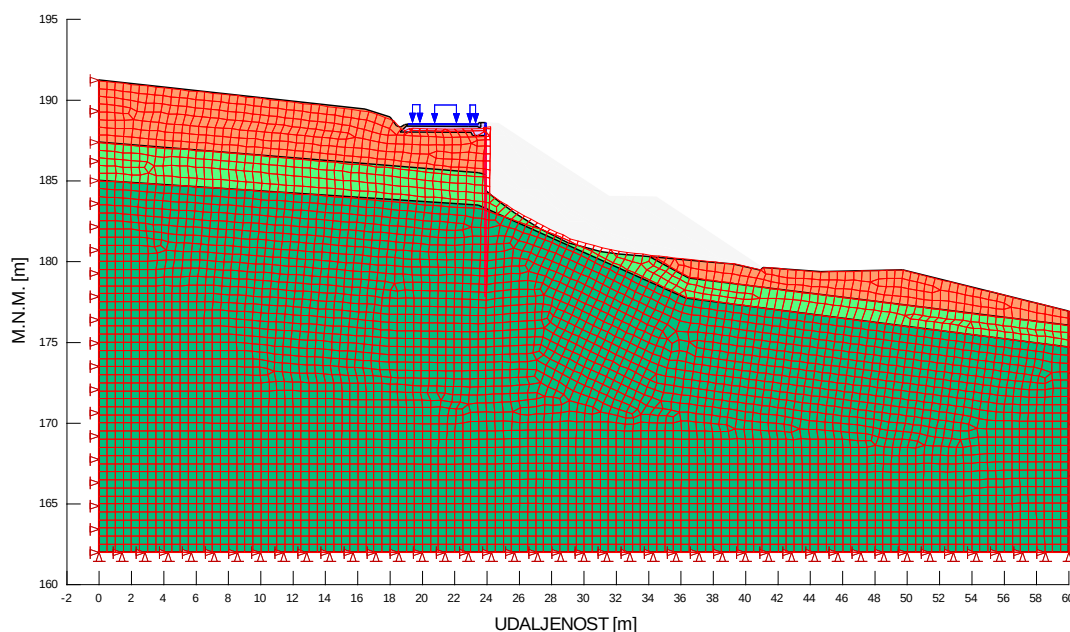
Slika 13. Prikaz uzdužne sile u pilotnoj stijeni za statičke uvjete
(maksimalna uzdužna sila $N_{\max} = 134,08$ kN, faza kraja gradnje – GSU, karakteristične vrijednosti parametara)



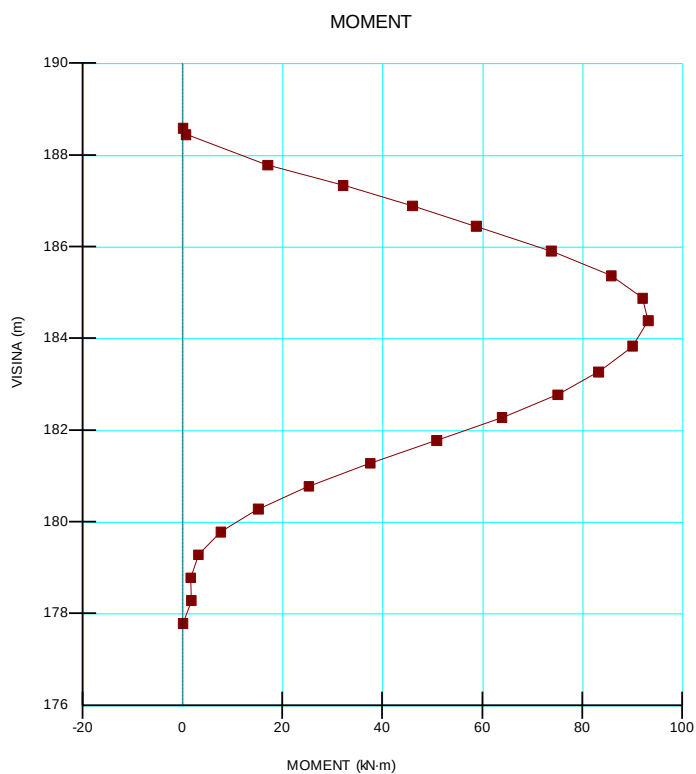
Slika 14. Prikaz horizontalnih pomaka u pilotnoj stijeni za statičke uvjete
(maksimalni pomak $x_{\max} = 3,99$ cm – GSU, karakteristične vrijednosti parametara)

2.3.4.2. Klizanje nizbrežne padine - GSU

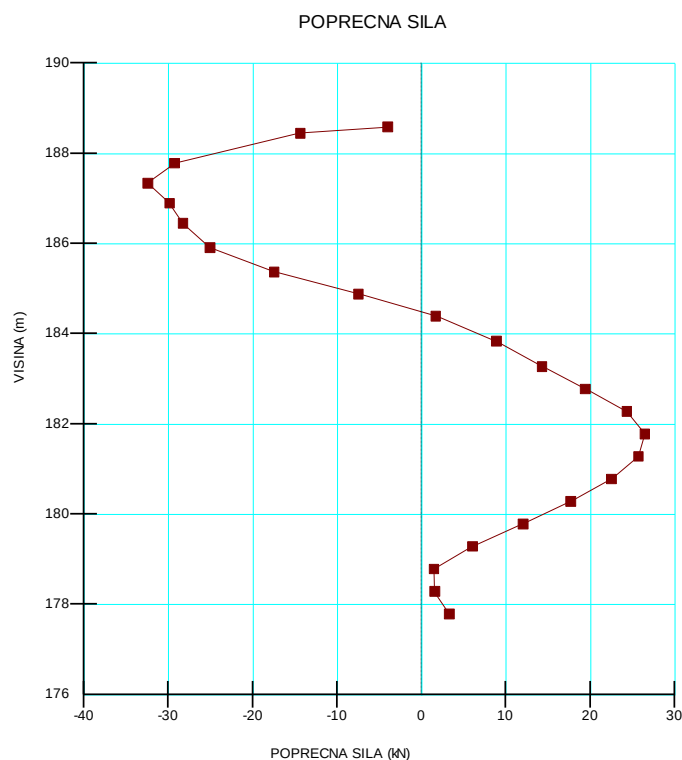
U sklopu naponsko deformacijskih analiza provedena je i provjera za slučaj da dio nizbrežne padine naknadno otkliže s karakterističnim parametrima materijala.



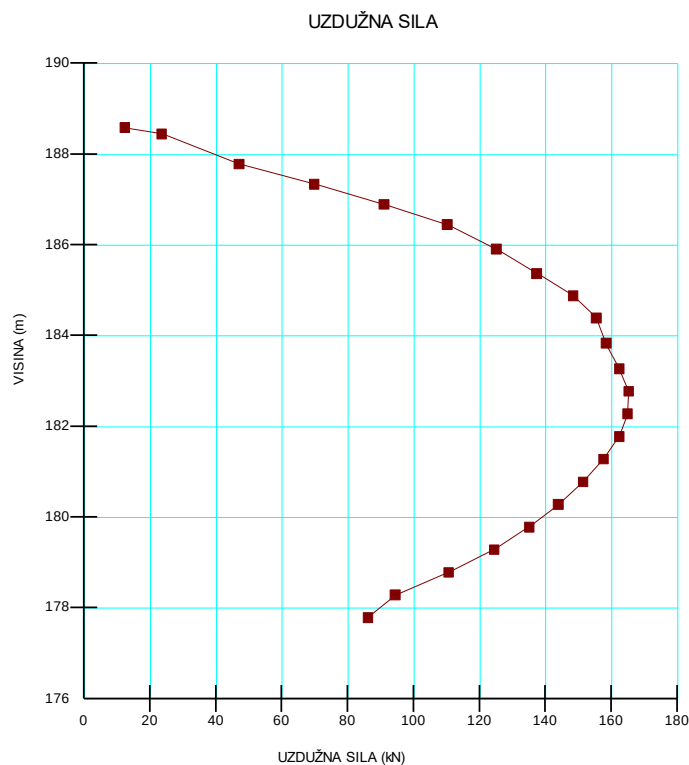
Slika 15. Prikaz modela s klizanjem dijela nizbrežne padine



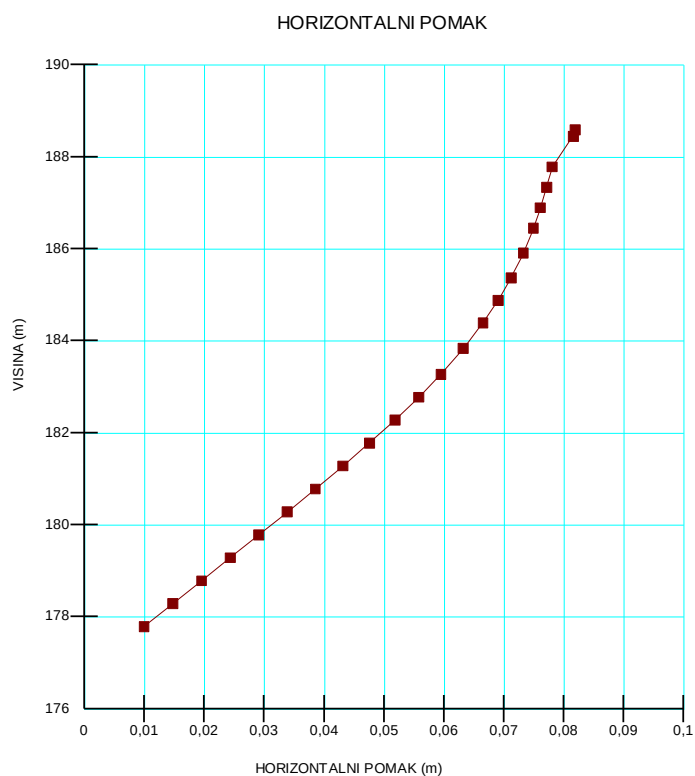
Slika 16. Prikaz momenta savijanja u pilotnoj stijeni za slučaj klizanja dijela nizbrežne padine
(maksimalni moment $M_{\max} = 93,07 \text{ kNm}$ – GSU, karakteristične vrijednosti parametara)



Slika 17. Prikaz poprečne sile u pilotnoj stijeni za slučaj klizanja dijela nizbrežne padine (maksimalna poprečna sila $V_{\max} = -32,49$ kN – GSU, karakteristične vrijednosti parametara)



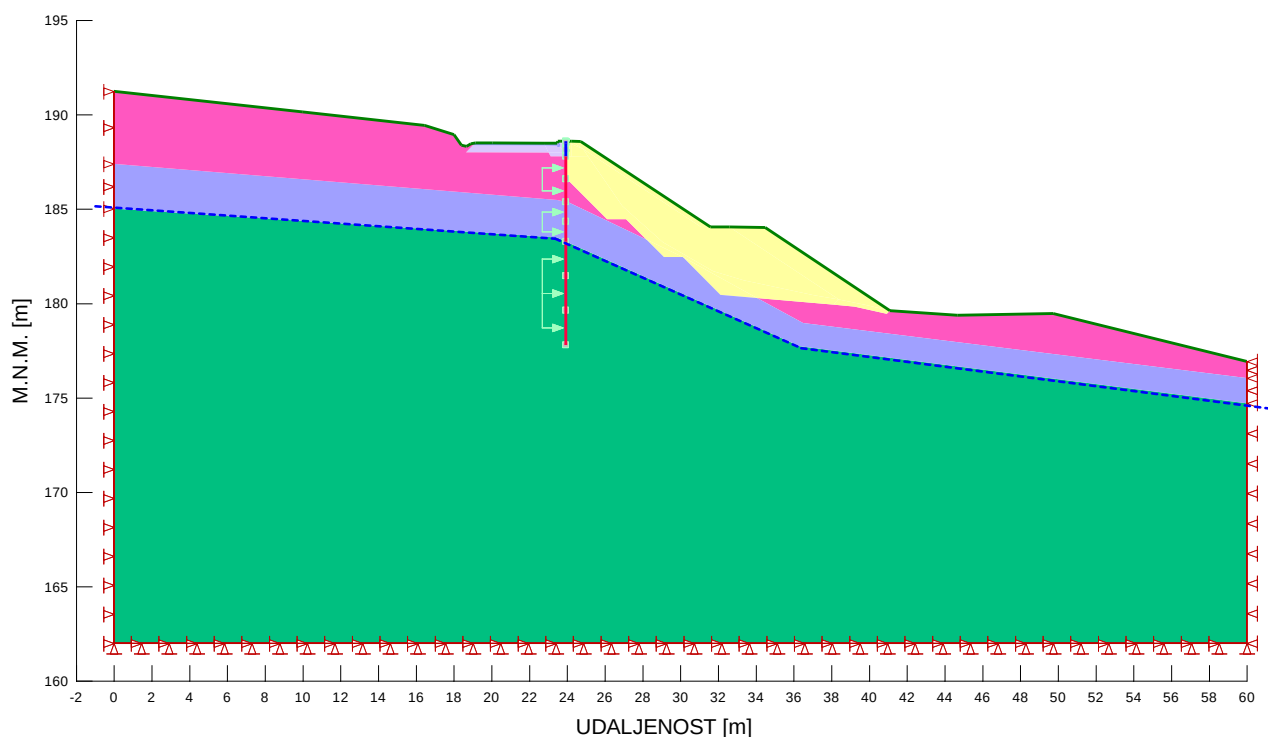
Slika 18. Prikaz uzdužne sile u pilotnoj stijeni za slučaj klizanja dijela nizbrežne padine (maksimalna uzdužna sila $N_{\max} = 165,09$ kN – GSU, karakteristične vrijednosti parametara)



Slika 19. Prikaz horizontalnih pomaka u pilotnoj stijeni za slučaj klizanja dijela nizbrežne padine (maksimalni pomak $x_{\max}=8,18$ cm – GSU, karakteristične vrijednosti parametara)

2.3.4.3. Potresno opterećenje nakon kraja gradnje - GSU

Također su provedene i analize uzimajući u obzir potresno opterećenje koje je uneseno kao dodatni pritisak na zid prema modelu, kvazi-statička analiza, prikazano na slici 20.



Slika 20. Prikaz dodatnog pritiska uslijed potresa

$$K_{aE} = \frac{\sin^2(\alpha + \varphi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta_a - \theta) \left[1 + \frac{\sqrt{\sin(\varphi + \delta_a) \sin(\varphi - \beta - \theta)}}{\sin(\alpha - \delta_a - \theta) \sin(\alpha + \beta)} \right]^2} \quad (\text{za } \beta \leq \varphi - \theta)$$

$$K_{aE} = \frac{\sin^2(\alpha + \varphi - \theta)}{\cos\theta \sin^2\alpha \sin(\alpha - \delta_a - \theta)} \quad (\text{za } \beta > \varphi - \theta)$$

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \varphi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta_a) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta_a) \sin(\varphi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta_a) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\beta = 0^\circ$$

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



$$\operatorname{tg} \theta = \frac{k_h}{1 - k_v} = \frac{0,197}{1 - 0,098} = 0,218 \text{ (naglavna greda i piloti)}$$

$$\theta = 12,32^\circ$$

MATERIJAL NASIPAVANJA (0,0 – 0,8m)

$$\varphi = 40,0^\circ$$

$$\delta_a = \frac{2}{3} \varphi = 26,67^\circ$$

$$K_{aE} = 0,341$$

$$K_a = 0,200$$

$$p_{din} = (k_{adin} - k_a) \cdot \gamma \cdot H = 2,26 \text{ kN/m}^2$$

GLINA VISOKE PLASTIČNOSTI (CH) (0,8 – 3,2m)

$$\varphi = 22,1^\circ$$

$$\delta_a = \frac{2}{3} \varphi = 14,73^\circ$$

$$K_{aE} = 0,623$$

$$K_a = 0,404$$

$$p_{din, gore} = (k_{adin} - k_a) \cdot \gamma \cdot H = 3,50 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{din, dolje} = (k_{adin} - k_a) \cdot \gamma \cdot H = 14,02 \text{ kN/m}^2$$

GLINA NISKE PLASTIČNOSTI (CL) (3,2 – 5,3m)

$$\varphi = 21,3^\circ$$

$$\delta_a = \frac{2}{3} \varphi = 14,2^\circ$$

$$K_{aE} = 0,642$$

$$K_a = 0,416$$

$$p_{din, gore} = (k_{adin} - k_a) \cdot \gamma \cdot H = 14,83 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{din, dolje} = (k_{adin} - k_a) \cdot \gamma \cdot H = 24,55 \text{ kN/m}^2$$

GLINOVITI PIJESAK (SC) (5,3 – 10,8m)

$$\varphi = 31,3^\circ$$



$$\delta_a = \frac{2}{3}\varphi = 20,87^\circ$$

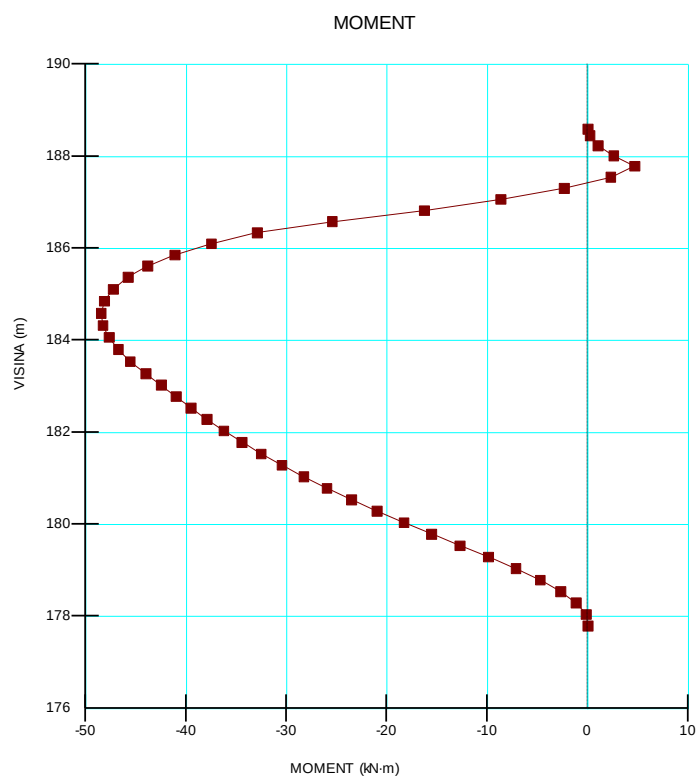
$$K_{aE}=0,453$$

$$K_a=0,283$$

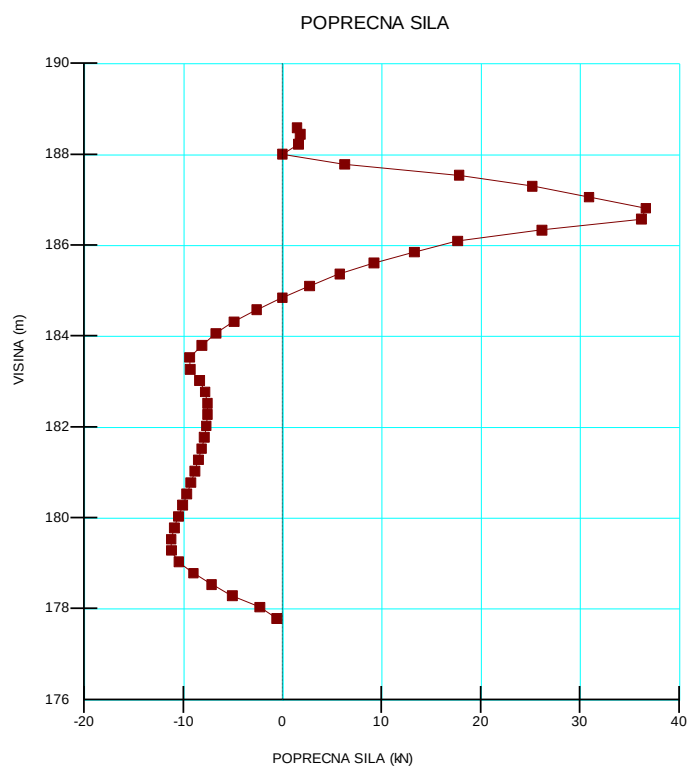
$$p_{\text{din,gore}}=(k_{\text{adin}} - k_a)*\gamma*H= 17,12 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{\text{din,dolje}}=(k_{\text{adin}} - k_a)*\gamma*H= 34,88 \text{ kN/m}^2$$

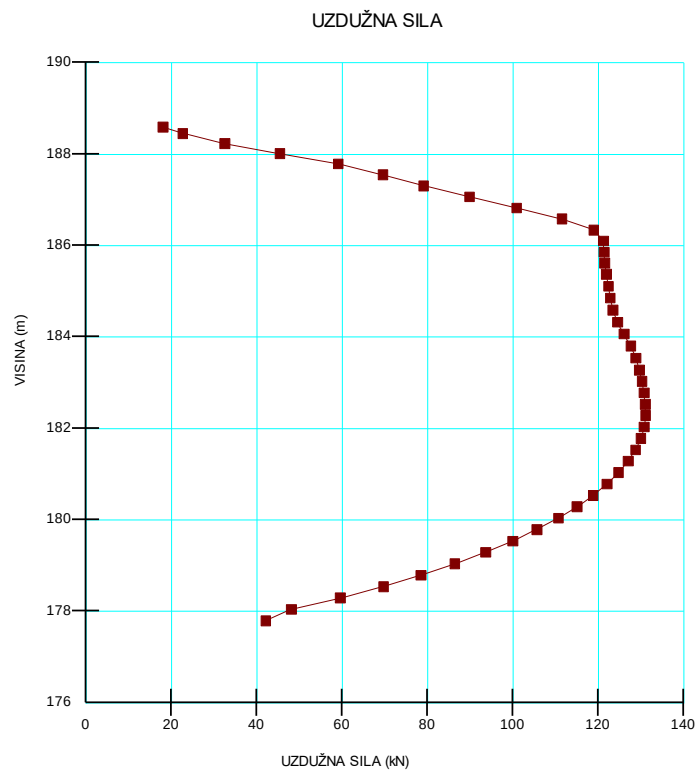
U nastavku su prikazane vrijednosti unutarnjih sila i pomaka po elementima konstrukcije za naneseo potresno opterećenje.



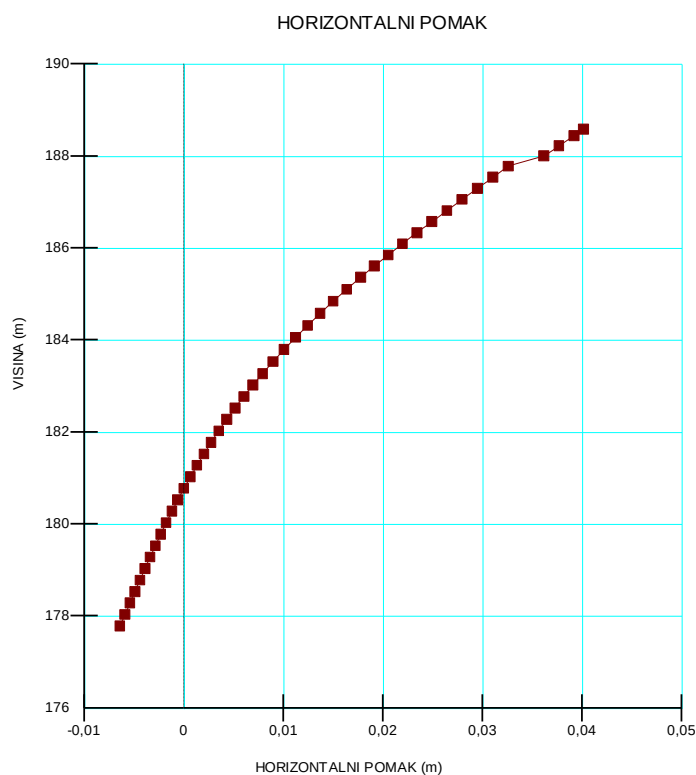
Slika 21. Prikaz momenta savijanja u pilotnoj stijeni za potresne uvjete
(maksimalni moment $M_{\text{max}} = -48,48 \text{ kNm}$)



Slika 22. Prikaz poprečne sile u pilotnoj stijeni za potresne uvjete
(maksimalna poprečna sila $V_{\max} = 36,57$ kN)



Slika 23. Prikaz uzdužne sile u pilotnoj stijeni za potresne uvjete
(maksimalna uzdužna sila $N_{\max} = 131,03$ kN)

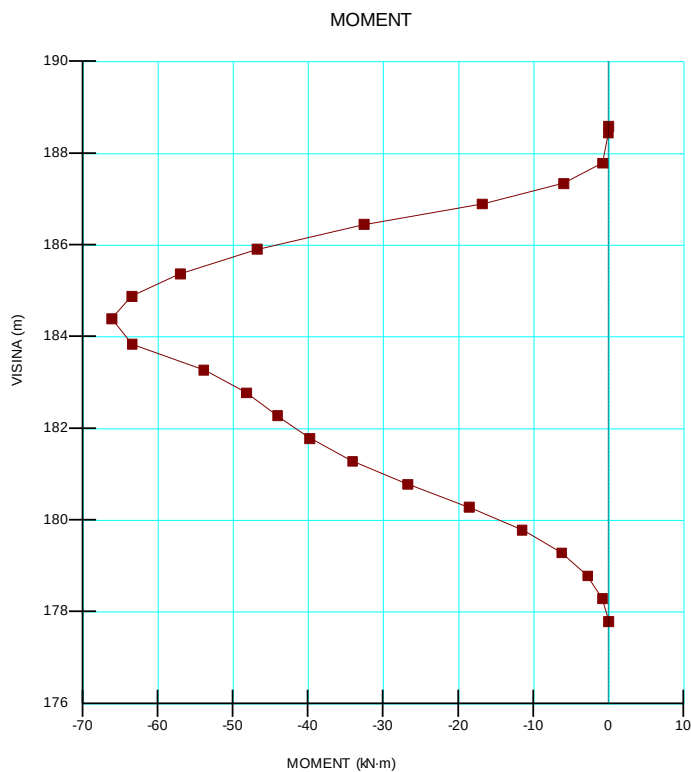


Slika 24. Prikaz horizontalnih pomaka pilotne stijene za potresne uvjete
(maksimalni pomak $x_{\max}=4,07$ cm)

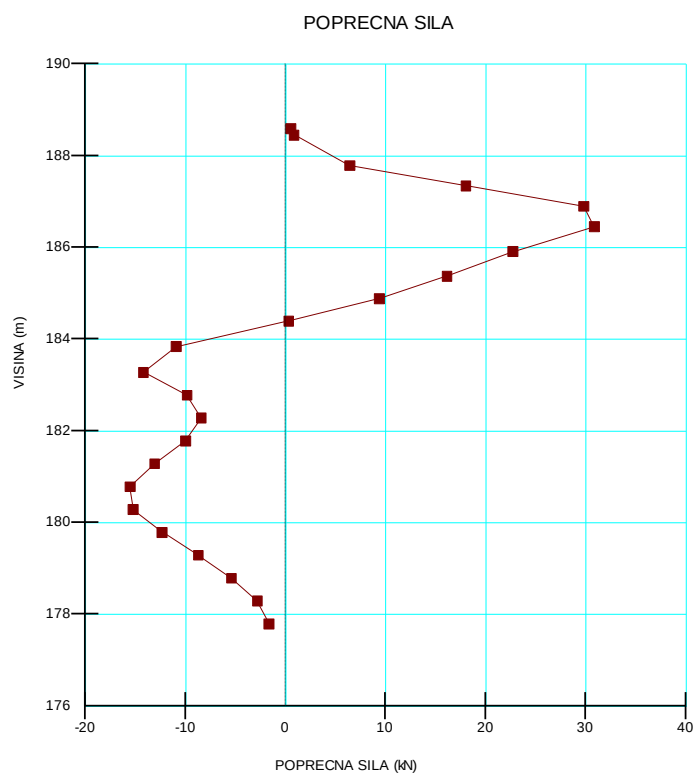


2.3.4.4. Kraj gradnje - GSN

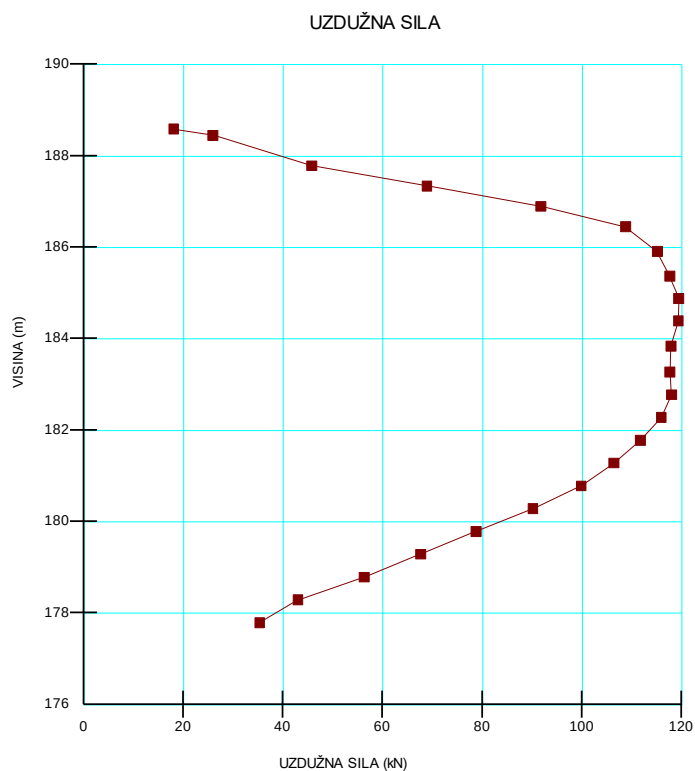
U sklopu naponsko deformacijskih analiza provedena je i provjera graničnog stanja nosivosti za kraj gradnje s proračunskim parametrima materijala.



Slika 25. Prikaz momenta savijanja u pilotnoj stijeni za statičke uvjete
(maksimalni moment $M_{\max} = -66,21$ kNm, faza kraja gradnje – GSN, proračunske vrijednosti parametara)



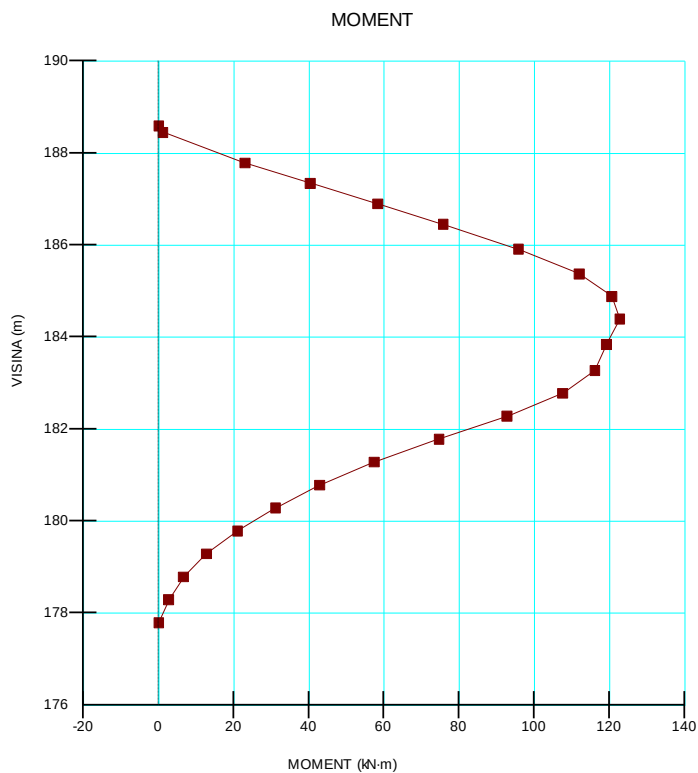
Slika 26. Prikaz poprečne sile u pilotnoj stijeni za statičke uvjete
(maksimalna poprečna sila $V_{\max} = 30,83$ kN, faza kraja gradnje – GSN, proračunske vrijednosti parametara)



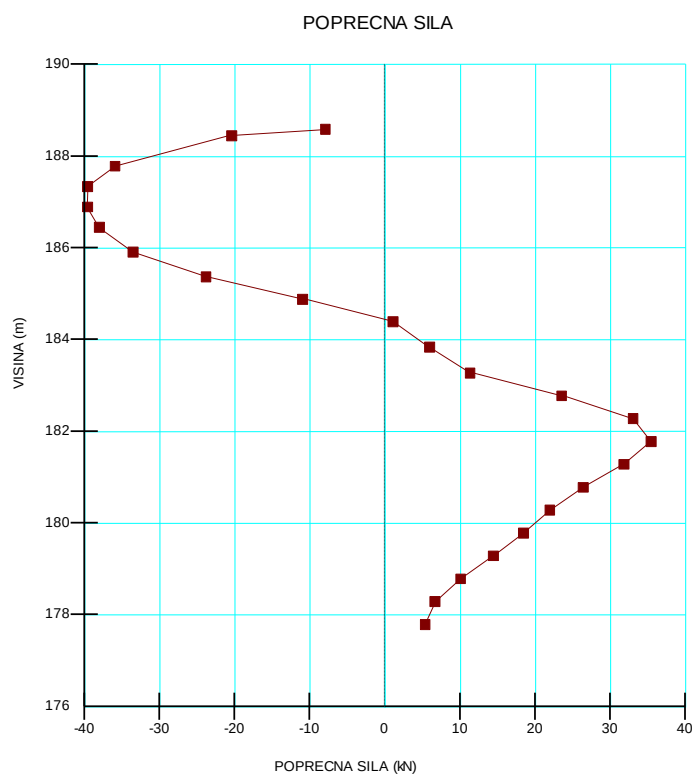
Slika 27. Prikaz uzdužne sile u pilotnoj stijeni za statičke uvjete
(maksimalna uzdužna sila $N_{\max} = 119,39$ kN, faza kraja gradnje – GSN, proračunske vrijednosti parametara)

2.3.4.5. Klizanje nizbrežne padine - GSN

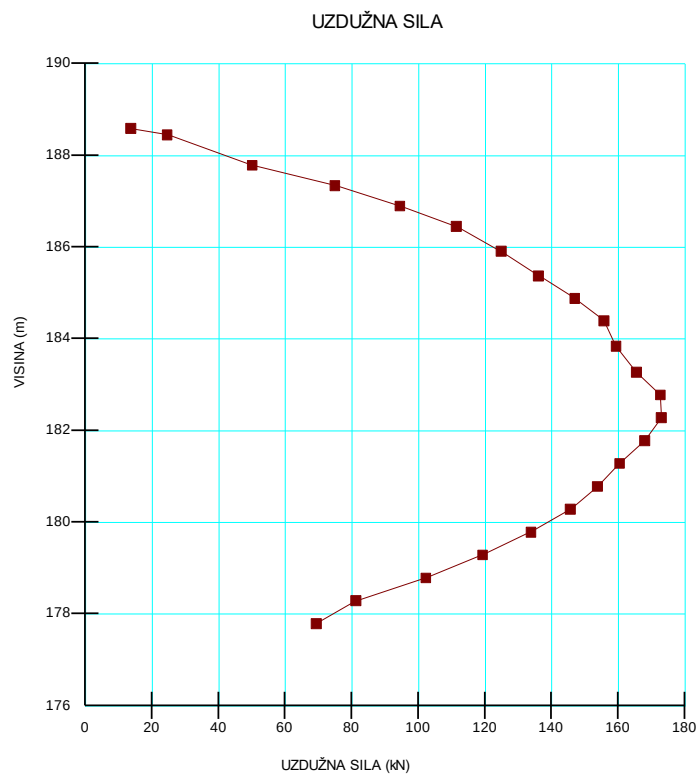
U sklopu naponsko deformacijskih analiza provedena je i provjera za slučaj da dio nizbrežne padine naknadno otkliže s proračunskim parametrima materijal.



Slika 28. Prikaz momenta savijanja u pilotnoj stijeni za slučaj klizanja dijela nizbrežne padine (maksimalni moment $M_{\max} = 122,68$ kNm – GSN, proračunske vrijednosti parametara)



Slika 29. Prikaz poprečne sile u pilotnoj stijeni za slučaj klizanja dijela nizbrežne padine (maksimalna poprečna sila $V_{\max} = -39,66$ kN – GSN, proračunske vrijednosti parametara)



Slika 30. Prikaz uzdužne sile u pilotnoj stijeni za slučaj klizanja dijela nizbrežne padine (maksimalna uzdužna sila $N_{\max} = 172,87$ kN – GSN, proračunske vrijednosti parametara)



U slijedećoj tablici prikazane su maksimalne vrijednosti unutarnjih sila po elementima AB pilotne stijene za najnepovoljnije statičke uvjete tokom gradnje i nakon završetka konstrukcije i potresne uvjete nakon izgradnje konstrukcije zajedno sa prometnim opterećenjem, te statičke situacije u ekstremnoj situaciji klizanja dijela nizbrežne padine nakon gradnje za granično stanje uporabivosti s karakterističnim parametrima materijala i granično stanje nosivosti s proračunskim parametrima materijala.

Tablica 11. Maksimalne vrijednosti unutarnjih sila za statičke i potresne uvjete elemenata AB pilotne stijene

BR. ANALIZE	NAZIV ANALIZE		Φ40cm na 60cm			
			u _x [cm]	M [kNm]	N [kN]	T [kN]
2.3.4.1.	PILOT L=10m KARAKT. (pomak i rezne sile)	KRAJ GRADNJE_P.	3,99	-57,35	134,08	34,21
		KRAJ GRADNJE_N.G.		-0,82	51,83	9,70
2.3.4.2.	(GSU)	KLIZANJE PADINE_P.	8,18	93,07	165,09	-32,49
		KLIZANJE PADINE_N.G.		16,93	46,95	-29,29
2.3.4.3.	POTRES L=10 KARAKT. (pomak i rezne sile)	P.	4,07	-48,48	131,03	36,57
		N.G.		4,67	59,04	6,22
2.3.4.4.	PILOT L=10m PROR. (rezne sile)	KRAJ GRADNJE_P.	/	-66,21	119,39	30,83
		KRAJ GRADNJE_N.G.		-0,82	45,71	6,39
2.3.4.5.	(GSN)	KLIZANJE PADINE_P.	/	122,68	172,87	-39,66
		KLIZANJE PADINE_N.G.		22,91	50,04	-36,00

* P. – pilot

* N.G. – naglavna greda



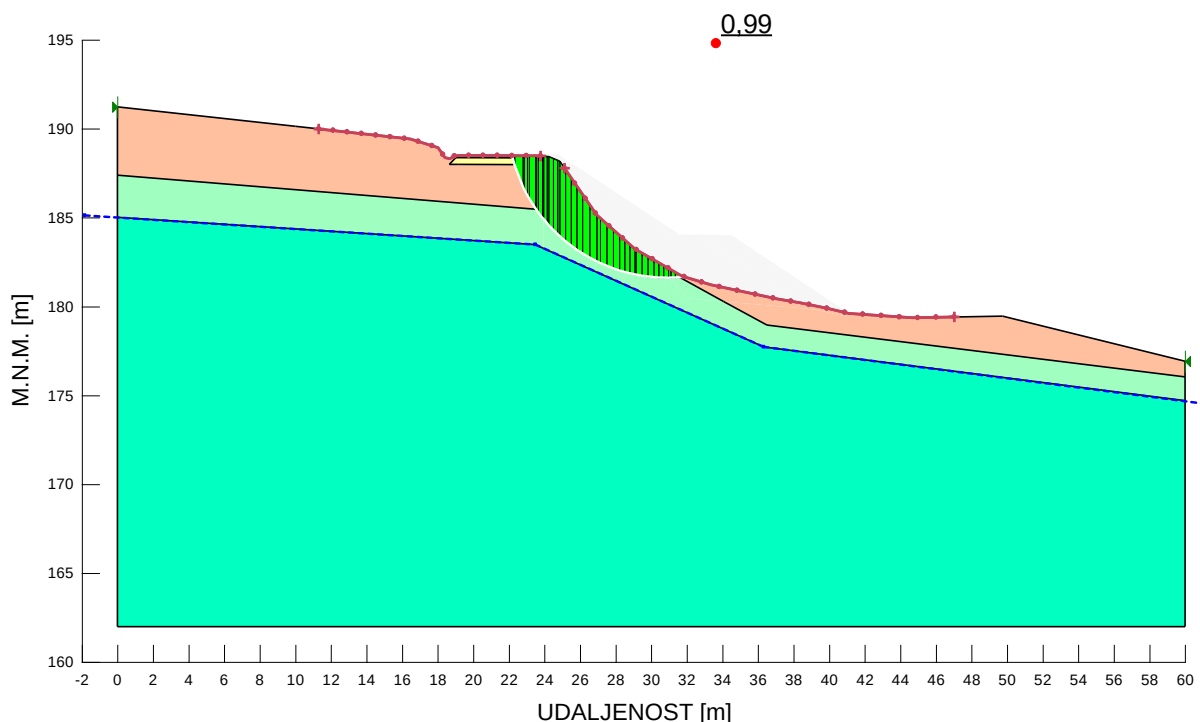
2.3.5. Analize stabilnosti – Slope/W

U nastavku je prikazana analiza stabilnosti u programu Slope/W programskog paketa GeoStudio 2020 za statičke i potresne uvjete nakon izvedbe radova sanacije. Analiza je provedena na profilu na kojemu je došlo do klizanja dijela prometnice (dio prometnice ograđen New Jersey ogradom).

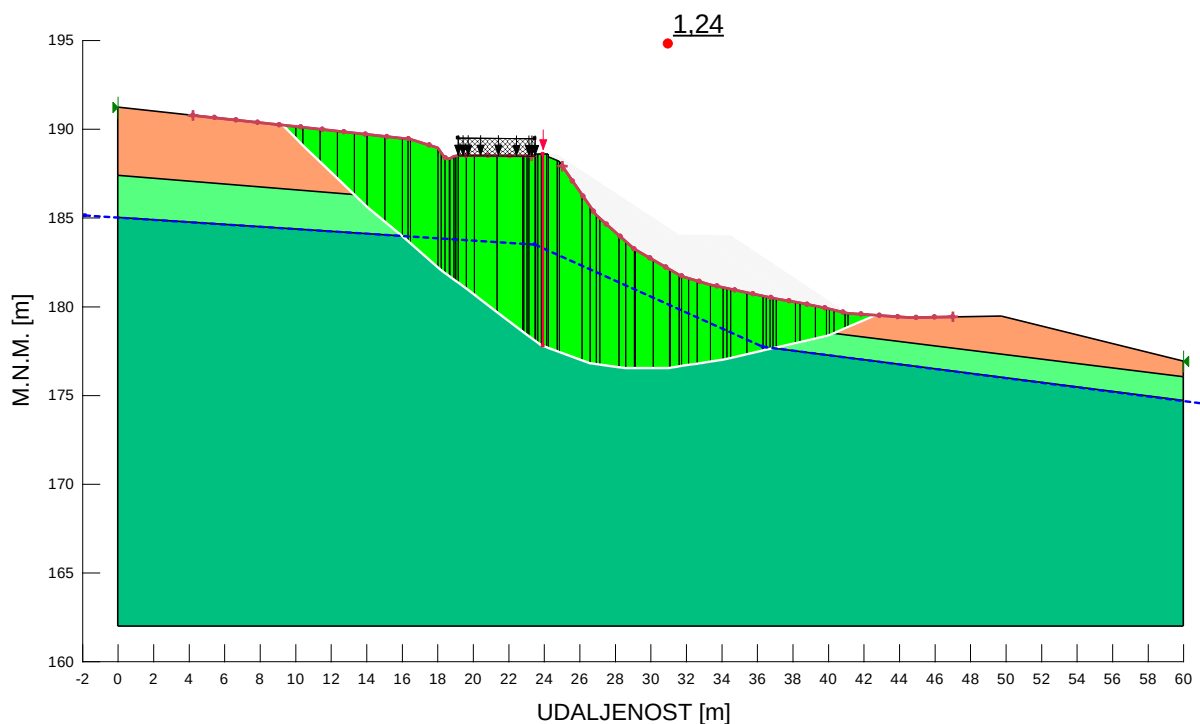
Najprije se provela analiza trenutnog stanja pokosa, koja je dala faktore sigurnosti u stanju labilne ravnoteže čime se pokazuje potreba za zaštitom predmetnog poteza ceste u vidu izvedbe pilotne stijene. Nakon ugradnje pilotne stijene globalni faktor sigurnosti je povoljan, dok su klizne plohe na nizbrežnoj padini, koje ne zahvaćaju pilotnu stijenu nepovoljni, čime se opravdava zamjena tla i reprofiliiranje padine. Nakon zamjene tla globalni i lokalni faktori sigurnosti su zadovoljavajući.

Za statičke uvjete koristili su se drenirani parametri tla, dok su za potresne uvjete korišteni nedrenirani parametri za sve sitnozrne regije tla, osim nekoherentnog materijala podložnog sloja prometnice i zamjene tla, te sloja glinovitog pijeska. Za statičke analize korišteni su proračunski parametri materijala, dok su za potresne analize korištene karakteristične vrijednosti parametara materijala.

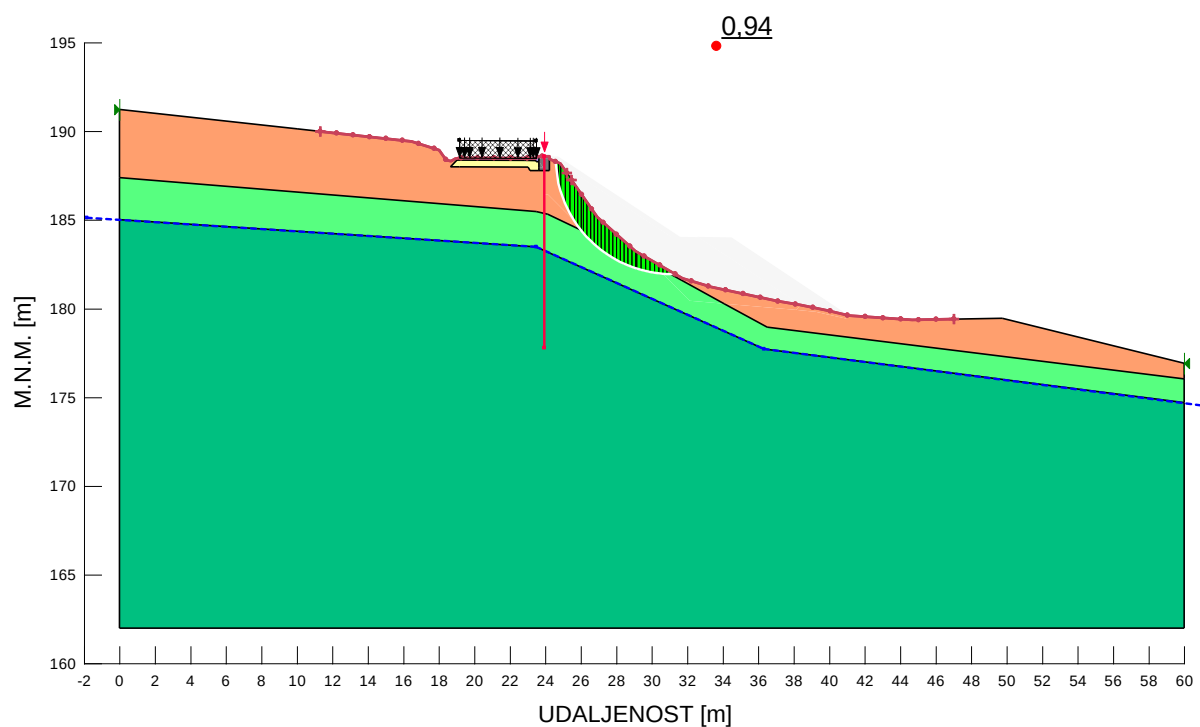
Analize stabilnosti u statičkim i potresnim uvjetima provedene su korištenjem Entry&Exit i Fully Specified metode za traženje kritične klizne plohe.



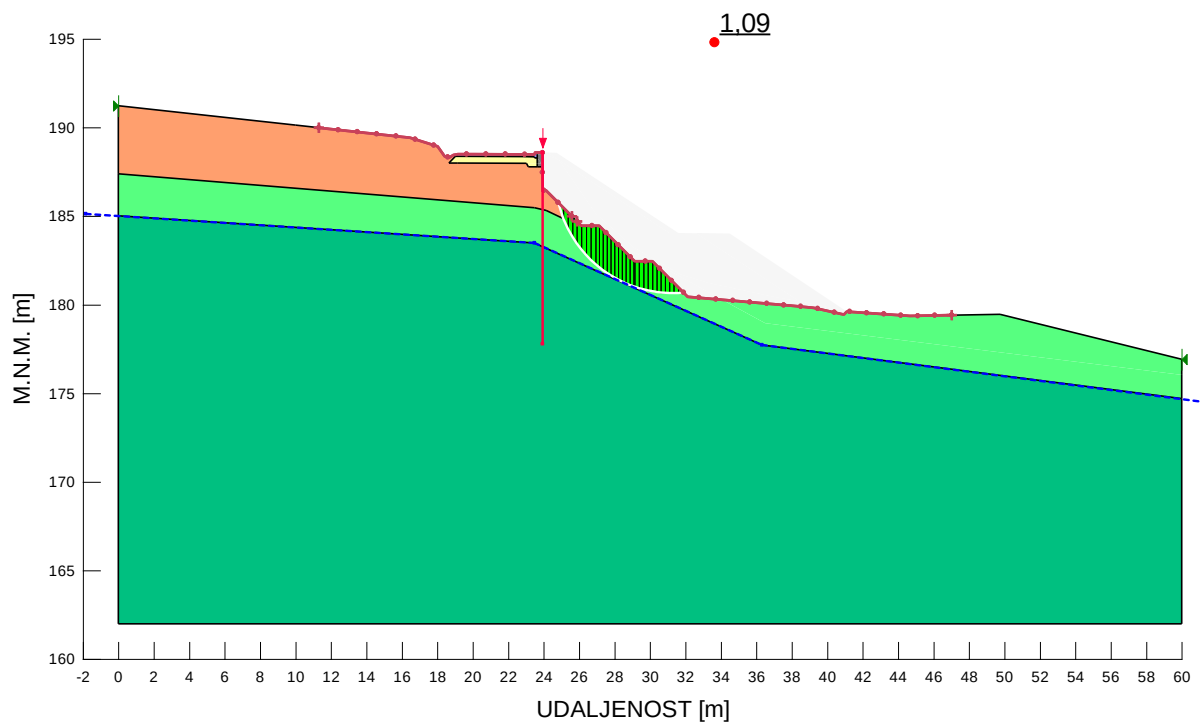
Slika 31. Prikaz faktora sigurnosti trenutnog stanja nizbrežne padine za statičku situaciju ($F_s=0,99$)



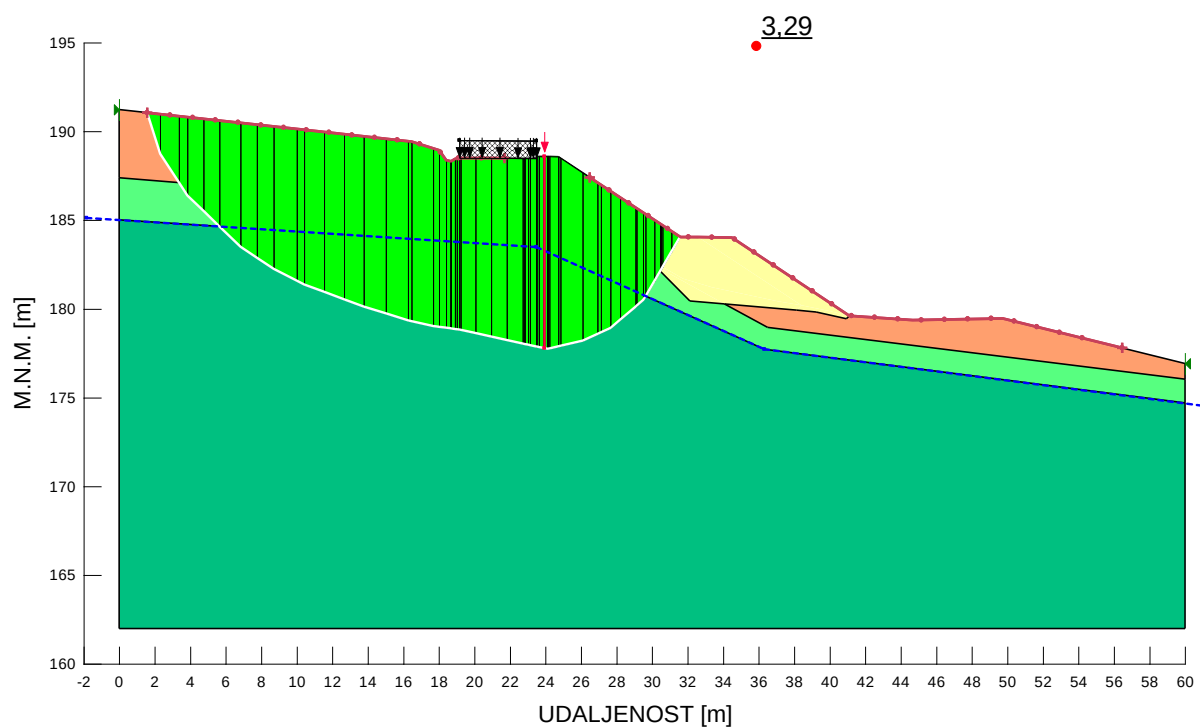
Slika 32. Prikaz globalnog faktora sigurnosti nizbrežne padine nakon ugradnje pilotne stijene za statičku situaciju ($F_s=1,24$)



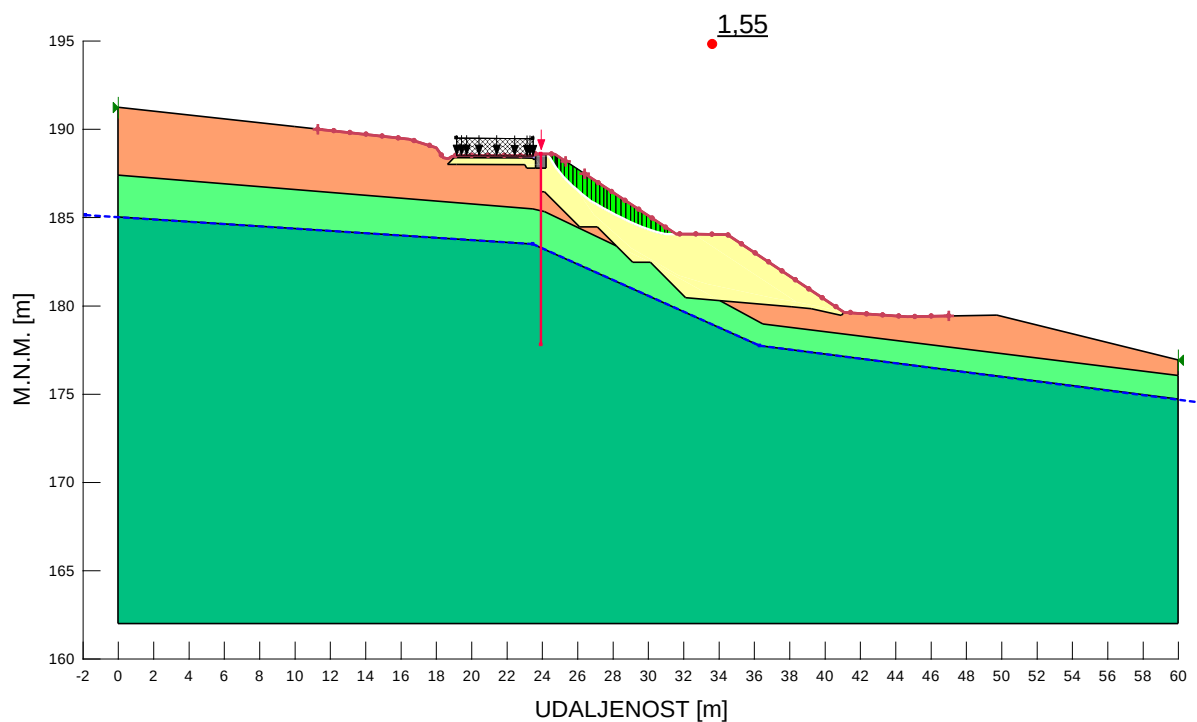
Slika 33. Prikaz lokalnog faktora sigurnosti pokosa ispod pilotne stijene za statičku situaciju ($F_s=0,94$)



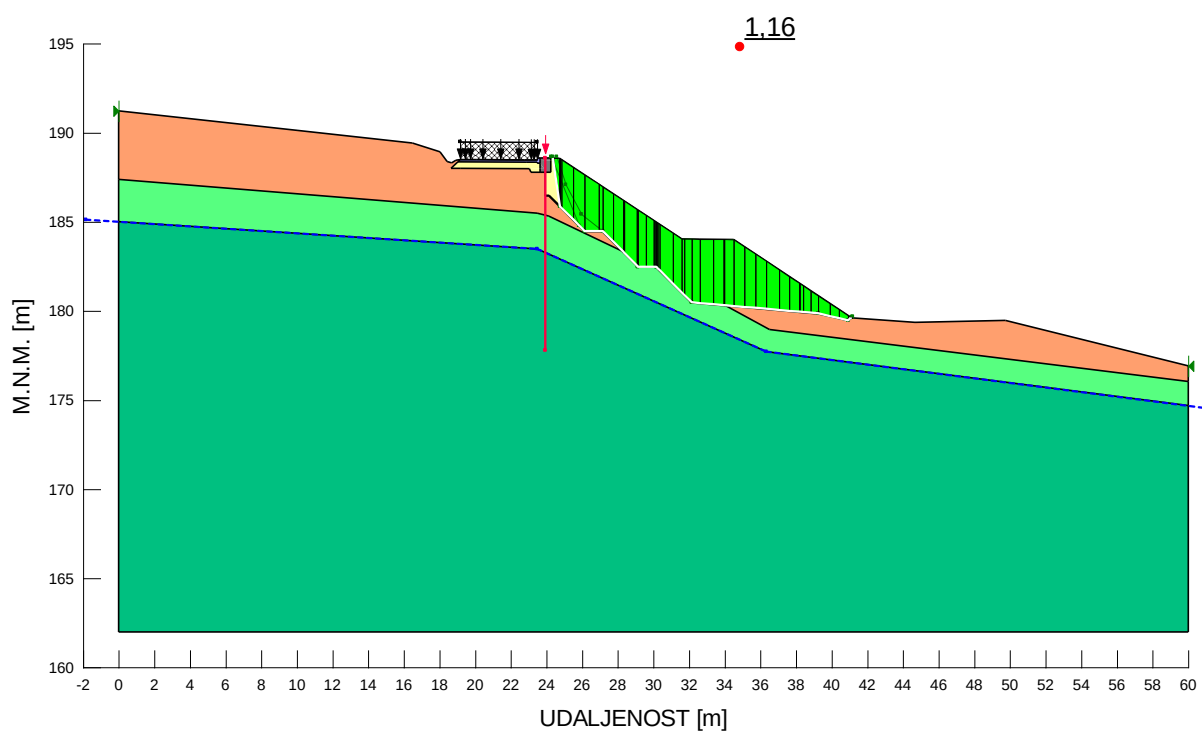
Slika 34. Prikaz lokalnog faktora sigurnosti nizbrežne padine nakon iskopa za zamjenu tla za statičku situaciju ($F_s=1,09$)



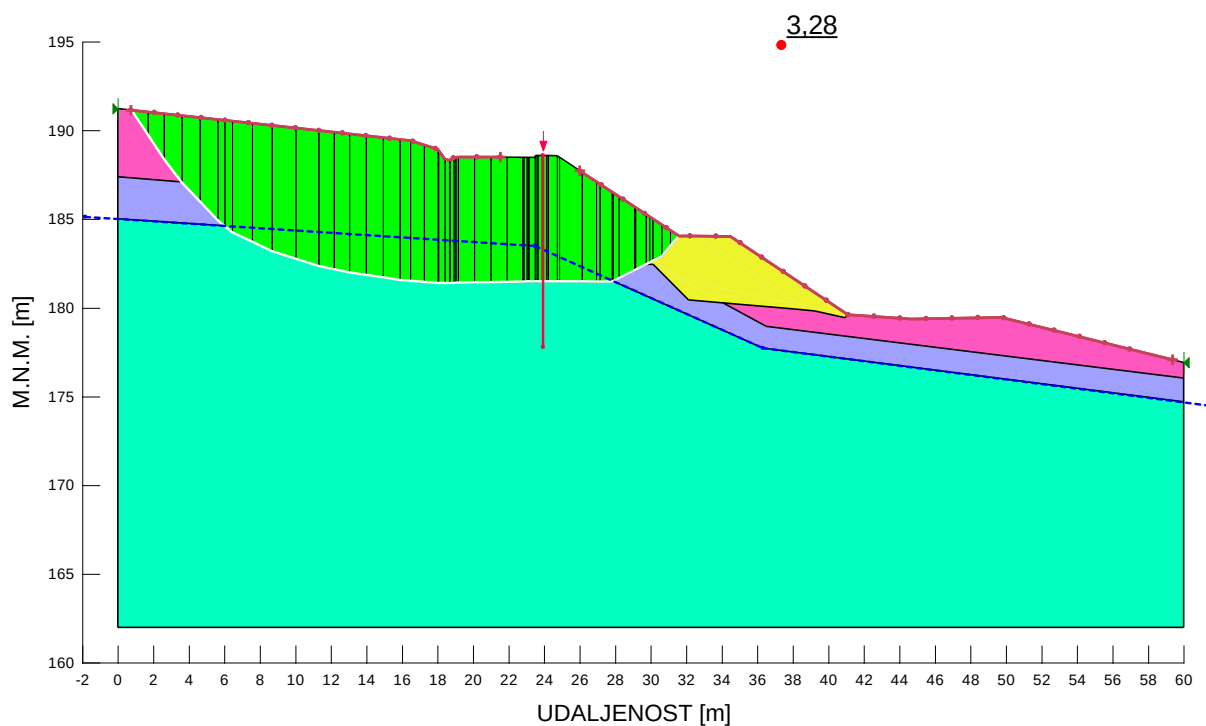
Slika 35. Prikaz globalnog faktora sigurnosti nakon ugradnje pilotne stijene i zamjene tla nizbrežne padine za statičku situaciju ($F_s=3,29$)



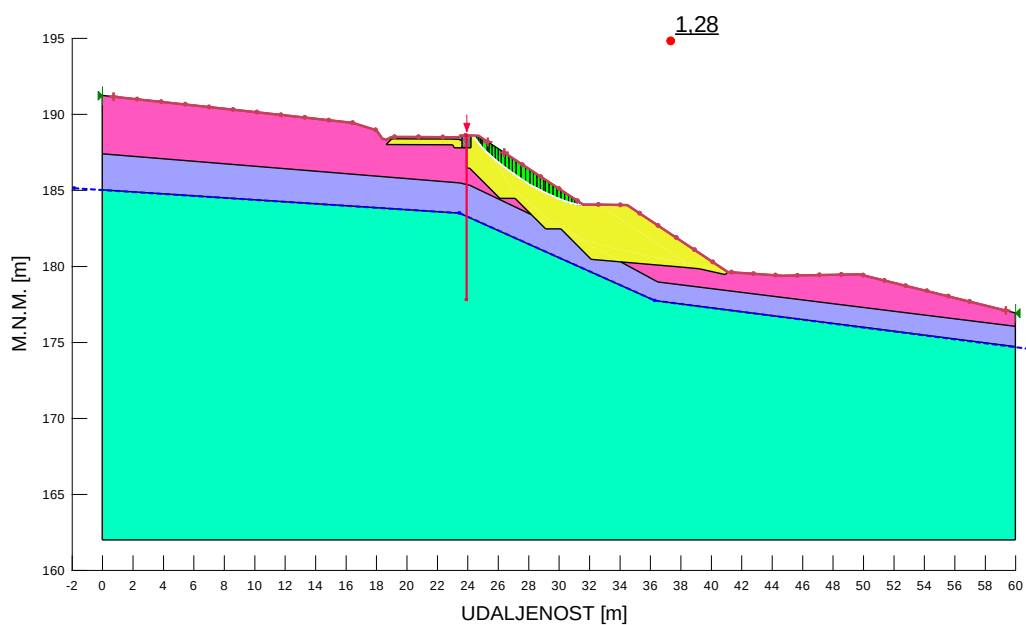
Slika 36. Prikaz lokalnog faktora sigurnosti nakon ugradnje pilotne stijene i zamjene tla nizbrežne padine za statičku situaciju ($F_s=1.55$)



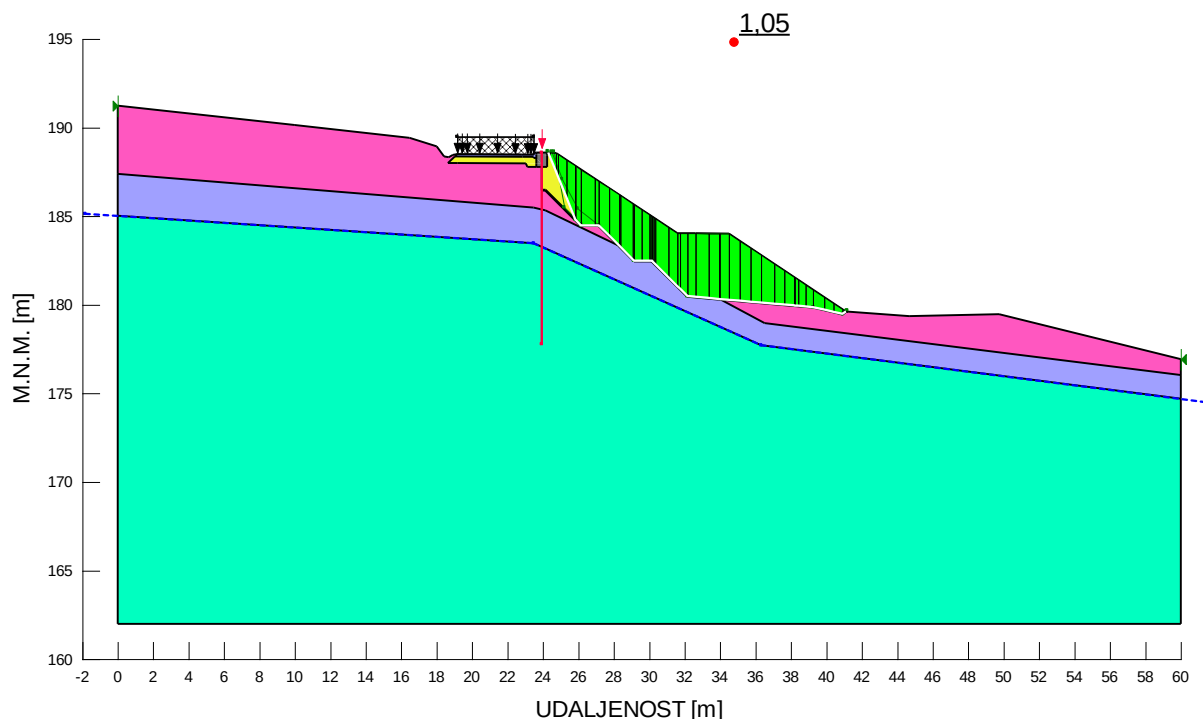
Slika 37. Prikaz faktora sigurnosti klizne plohe kroz geotekstil na kontaktu temeljnog tla i materijala nasipa za statičku situaciju ($F_s=1.16$)



Slika 38. Prikaz globalnog faktora sigurnosti nakon ugradnje pilotne stijene i zamjene tla za potresnu situaciju ($F_s=3,28$)



Slika 39. Prikaz lokalnog faktora sigurnosti nakon ugradnje pilotne stijene i zamjene tla za potresnu situaciju ($F_s=1,28$)



Slika 40. Prikaz faktora sigurnosti klizne plohe kroz geotekstil na kontaktu temeljnog tla i materijala nasipa za statičku situaciju ($F_s=1,05$)

U nastavku je dana tablica s rekapitulacijom rezultata iz koje je vidljivo da su nakon sanacije svi faktori sigurnosti zadovoljavajući.

Tablica 12. Rekapitulacija rezultata provedenih analiza stabilnosti

ANALIZE STABILNOSTI – PILOTI L=10m Ø40cm NA 60cm	
NAZIV ANALIZE	Fs
TREKUTNO STANJE PADINE (k)	0,99
UGRADNJA PILOTA (p) – GLOBALNO	1,24
UGRADNJA PILOTA (p) – LOKALNO	0,94
ISKOP ZA ZAMJENU TLA (p)	1,09
ZAMJENA TLA (p) – GLOBALNO	3,29
ZAMJENA TLA (p) – LOKALNO	1,55
ZAMJENA TLA (p) – KLIZNA PLOHA KROZ GEOTEKSTIL	1,16
POTRES (k) – GLOBALNO	3,28
POTRES (k) – LOKALNO	1,28
POTRES (k) – KLIZNA PLOHA KROZ GEOTEKSTIL	1,05



2.3.6. Dimenzioniranje elemenata konstrukcije

2.3.6.1. Dimenzioniranje pilota

Piloti P01 – P82: Ø40 cm, L=1000 cm

Momenti savijanja i unutrašnje sile dobiveni su proračunom u programu SIGMA/W te su vrijednosti uvećane za odgovarajuće parcijalne koeficijente sigurnosti ($G_{SN} \times 1,00$; $G_{SU} \times 1,35$; potres $\times 1,00$) prikazane u slijedećoj tablici:

Tablica 13. Maksimalne vrijednosti unutarnjih sila uvećane za odgovarajuće parcijalne koeficijente sigurnosti

BR. ANALIZE	NAZIV ANALIZE		Ø40cm na 60cm		
			M [kNm]	N [kN]	T [kN]
2.3.4.1. 2.3.4.2.	PILOT L=10m KARAKT. (pomak i rezne sile) (G _{SU})	KRAJ GRADNJE_P.	-77,42	181,01	46,18
		KRAJ GRADNJE_N.G.	-1,11	69,97	13,10
		KLIZANJE PADINE_P.	125,64	222,87	-43,86
		KLIZANJE PADINE_N.G.	22,86	63,38	-39,54
2.3.4.3.	POTRES L=10 KARAKT. (pomak i rezne sile) (G _{SU})	P.	-48,48	131,03	36,57
		N.G.	4,67	59,04	6,22
2.3.4.4. 2.3.4.5.	PILOT L=10m PROR. (rezne sile) (G _{SN})	KRAJ GRADNJE_P.	-66,21	119,39	30,83
		KRAJ GRADNJE_N.G.	-0,82	45,71	6,39
		KLIZANJE PADINE_P.	122,68	172,87	-39,66
		KLIZANJE PADINE_N.G.	22,91	50,04	-36,00

Odabrane najnepovoljnije vrijednosti iz statičke provjere nakon kraja izgradnje, u slučaju dodatnog klizanja materijala nizbrežne padine i dinamičke provjere su:

Kritično: $M_{sd} = 125,64 \text{ kNm/m'}$

Kritično: $V_{sd} = 46,18 \text{ kN/m'}$

Kritično: $N_{sd} = 222,87 \text{ kN/m'}$

Naručilatelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



Materijal

Beton: C 30/37 $f_{cd} = 30/1.5 = 20 \text{ MPa}$

Armatura: B500 $f_{yd} = 500/1.15 = 434.78 \text{ MPa}$

Armatura

$D = 40 \text{ cm}; A_c = D^2 \times \pi/4 = 1256,64 \text{ cm}^2$

Odabrani zaštitni sloj $c = 5 \text{ cm}$

Odabrana spiralna poprečna armatura $10 \text{ mm } \phi_{ss} = 10 \text{ mm} = 1,0 \text{ cm}$

$d = D - 2 \times c - \phi_{ss} = 40 - 2 \times 5 - 1,0 = 29,0 \text{ cm}$

$\mu_{Ed} = 0,126$

$\zeta = 0,931$

$\xi = 0,167$

$A_s = M_{Ed} / (\zeta \times d \times f_{yd}) = (125,64 \times 100) / (0,931 \times 29,0 \times 43,478) = 10,70 \text{ cm}^2/\text{m}' \text{ (mjerodavno)}$

Minimalna armatura

$A_{s,min} = 6\phi 12 = 6,79 \text{ cm}^2$

$A_{s,min} = 0,15 \times N_{Ed}/f_{yd} = 0,15 \times 222,87/43,478 = 0,77 \text{ cm}^2$

$A_{s,min} = 0,003 \times 1256,64 = 3,77 \text{ cm}^2$

Maksimalna armatura

$A_{s,max} = 0,040 \times 1256,64 = 50,27 \text{ cm}^2$

$A_{s,min} = 6,79 \text{ cm}^2 < A_{s,prov} = 6\phi 16 \text{ mm} = 12,06 \text{ cm}^2 < A_{s,max} = 50,27 \text{ cm}^2$

ODABRANO:

Klasa betona: **C30/37**

Odabrana glavna uzdužna armatura: **B500A 6Ø16 mm ($A_s=12,06 \text{ cm}^2$)**

Odabrana poprečna armatura: **B500A spirala Ø10 mm / 15 cm ($A_s=10,53 \text{ cm}^2$)**

2.3.6.2. Dimenzioniranje naglavne grede

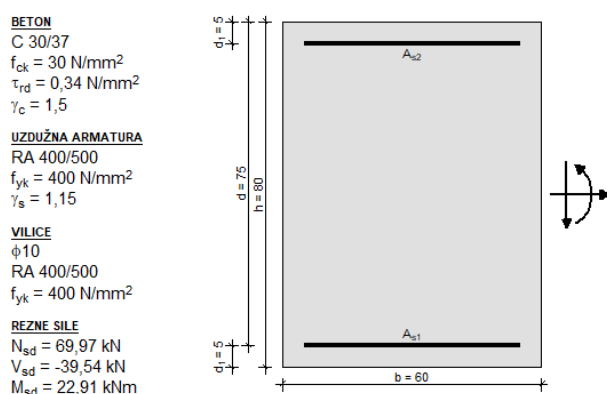
Odabrane najnepovoljnije vrijednosti momenta, poprečne i uzdužne sile u naglavnoj gredi iz statičke provjere nakon kraja izgradnje, u slučaju dodatnog klizanja materijala nizbrežne padine i dinamičke provjere su:

Kritično: $M_{sd} = 22,91 \text{ kNm/m'}$

Kritično: $V_{sd} = -39,54 \text{ kN/m'}$

Kritično: $N_{sd} = 69,97 \text{ kN/m'}$

Dimenzioniranje naglavne grede je vršeno u programu Aspalathos.



UZDUŽNA ARMATURA

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 347,8 \text{ N/mm}^2 \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 20,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\varepsilon_{s1} = 10 \text{ ‰}$$

$$e = \frac{M_{sd}}{N_{sd}} = 32,7 \text{ cm} \leq \frac{h}{2} \quad d_1 = 35 \text{ cm}$$

$$e_1 = \frac{h}{2} - d_1 - e = 67,7 \text{ cm} \quad e_2 = \frac{h}{2} - d_2 + e = 2,3 \text{ cm}$$

$$A_{s1} = \frac{N_{sd}}{f_{yd}} \cdot \frac{e_1}{e_1 + e_2} = 1,95 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = \frac{N_{sd}}{f_{yd}} \cdot \frac{e_2}{e_1 + e_2} = 0,06 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min} = 0,25 \% \cdot b \cdot h = 12,00 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0,6 \% \cdot b \cdot d = 28,80 \text{ cm}^2$$

VILICE

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 347,8 \text{ N/mm}^2$$

$$k = 1,6 - d \geq 1,0, \quad k = 1,0$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b \cdot d} \leq 0,02, \quad \rho_1 = 0,000$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{sd}}{b \cdot h} = 0,01 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Rd1} = \left(\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1) + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b \cdot d = 196,18 \text{ kN}$$

$$V_{sd} \leq V_{Rd1}$$

$$s_w = 20,1 \text{ cm} \leq \begin{cases} 30 \text{ cm} \\ 0,8 \cdot d = 60 \text{ cm} \\ \frac{A_{sw} \cdot m}{\rho_{min} \cdot b} = 20,1 \text{ cm} \end{cases}$$

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



ODABRANO:

Klasa betona: **C30/37**

Odabrana donja uzdužna armatura: **B500A 8Ø16 mm** ($A_s=16,08 \text{ cm}^2$)

Odabrana gornja uzdužna armatura: **B500A 8Ø16 mm** ($A_s=16,08 \text{ cm}^2$)

Odabrana poprečna armatura: **B500A Ø12 mm / 15 cm**



2.3.6.3. Provjera osne nosivosti pilota

Nosivost bušenih pilota se može procijeniti na temelju parametara tla, određenih laboratorijskim ili in situ pokusima. U geotehničkoj literaturi postoji više empirijskih metoda za određivanje nosivosti, koja ovisi o geometrijskim odnosima pilota i sastavu tla u kojem se pilot izvodi. Takve metode su razvijene na temelju velikog broja terenskih ispitivanja. Nosivost pilota za tlačnu silu (R_c) je jednaka zbroju nosivosti na stopi pilota (R_b) i nosivosti po plaštu pilota (R_s) te se može odrediti prema izrazu:

$$R_{cm} = R_b + R_s$$

uz

$$R_b = A_b \cdot q_b$$

$$R_s = \sum A_{s,i} \cdot q_{s,i}$$

gdje su:

A_b i q_b - površina stope pilota i specifični otpor na stopi

$A_{s,i}$ i $q_{s,i}$ - površina plašta pilota u sloju i specifični otpor plašta u sloju i

$$R_{ck} = R_{cm} / \xi$$

gdje su:

R_{ck} - karakteristična nosivost pilota

ξ - korekcijski koeficijent

$$R_{cd} = R_{ck} / \gamma_t$$

gdje je:

$$\gamma_t = 1$$

Kod koherentnih materijala nosivost na plaštu može iznositi čak i do 90% ukupne nosivosti, dok je kod nekoherentnih materijala nosivost ravnomjernije raspoređena između plašta i stope. Najčešće korištena empirijska metoda procjene se bazira na revidiranoj API metodi. Prema toj metodi, izraz za određivanje specifičnog otpora plašta u koherentnom sloju se dobiva koristeći tzv. alfa (α) metodu kod koje se pretpostavlja da je otpor plašta neovisan o efektivnom opterećenju nadsloja tla, te stoga iznosi:

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

uz

$$\alpha = 0,55 \quad \text{za } c_u/p_a \leq 1,5$$

$$\alpha = 0,55 - 0,1 \cdot (c_u/p_a - 1,5) \quad \text{za } 1,5 \leq c_u/p_a \leq 2,5$$

$$\text{za } c_u/p_a > 2,5 \quad \text{vrijede izrazi za meku stijenu}$$

gdje su:

c_u - nedrenirana čvrstoća na razmatranoj dubini u sloju i ,

p_a - atmosferski pritisak (101,3 kPa)



a izraz za određivanje specifičnog otpora plašta u nekoherentnom tlu se dobiva koristeći tzv. Beta (β) metodu kod koje se pretpostavlja da je otpor plašta ovisan o efektivnom opterećenju nadsloja tla, te iznosi:

$$q_{s,i} = \beta \cdot \sigma'_{ysr}$$

σ'_{ysr} – vertikalno efektivno naprezanje u sredini lamele za koju računamo trenje

uz

$$\beta = 1,8 \quad \text{za } y_{sr} \leq 1,47 \text{ m}$$

$$\beta = 2,0 - 0,15(y_{sr})^{0,75} \quad \text{za } 1,47 < y_{sr} < 26,46 \text{ m}$$

$$\beta = 1,8 \quad \text{za } y_{sr} \geq 26,46 \text{ m}$$

Za proračun otpornosti pilota uzimat će se slojevi gline visoke plastičnosti, gline niske plastičnosti i glinovitog pijeska.

Fizikalno-mehanički odnosi za koherentna tla:

Konzistentno stanje		SPT N ₆₀	DPH N ₁₀	M _v [kN/m ²]	T _f [kN/m ²]	I _c	Terenska identifikacija
Tekuće		< 2	0-2	< 300	< 12,5	< 0	I _c < 0
Plastično	nisko	2-4	2-5	200-600	12.5-25	0 < I _c < 1/3	palac se lako može utisnuti, mogu se oblikovati valjčići $\phi < 3 \text{ mm}$
	srednje	4-8	5-9	500-1500	25-50	1/3 < I _c < 2/3	palac se može utisnuti primjenjivanjem male sile, mogu se oblikovati valjčići $\phi < 3 \text{ mm}$
	visoko	8-15		1200-10000	50-100	2/3 < I _c < 1	palac se može utisnuti samo primjenjivanjem velike sile, mogu se oblikovati valjčići $\phi = 3 \text{ mm}$, a da se ne počnu mrviti
Polučvrsto		15-30	9-17	5000-20000	100-200	1 do $\frac{w_L - w_S}{I_p}$	može se lako zarezati noktom, valjčići se pri debljini od 3 mm mrve i mogu se zdrobiti
Čvrsto		> 30	> 17	> 20000	> 200	I _c < $\frac{w_L - w_S}{I_p}$	teško je napraviti zarez noktom, drobi se pod opterećenjem



Kategorije konzistentnih stanja preko I_c i q_u :

KATEGORIJE KONZISTENTNIH STANJA PREKO I_c I q_u					
Izvor 1		Izvor 2			Izvor 3
vrlo meko	$I_c < 0$	tekuće	$I_c < 0$	$q_u < 35$	žitko
meko	$0,25 < I_c < 0,50$	meko plastično	$0 < I_c < 1/3$	$35 < q_u < 70$	lako gnječivo
čvrsto	$0,50 < I_c < 0,75$	srednje plastično	$1/3 < I_c < 2/3$	$70 < q_u < 140$	teško gnječivo
kruto	$0,75 < I_c < 1,00$	kruto	$2/3 < I_c < 1$	$140 < q_u < 280$	polučvrsto
vrlo kruto	$I_c > 1,00$	polutvrdo	$1 < I_c < \frac{w_L - w_S}{I_p}$	$q_u > 280$	čvrsto
		tvrd	$I_c < \frac{w_L - w_S}{I_p}$		nema kriterija

Nosivost pilota biti će provedena za AB pilotnu stijenu duljine pilota 10,0 metara. Iz istražne bušotine B1 vidljivo je da do razdiobe slojeva glina visoke i niske plastičnosti dolazi na 3,0 m, a gline niske plastičnosti i glinovitog pijeska na 5,0 m dubine.

Računska otpornost plašta $R_{s,k}$

1. CH – glina visoke plastičnosti (prema revidiranoj API metodi) [0,8-2,0m]

$$q_{s,CH} = \alpha \cdot c_u$$

$$\text{za } c_u = 71,4 \text{ kPa } (71,4/101,3 = 0,70)$$

$$\alpha = 0,55$$

$$q_{s,CH} = 0,55 \cdot 71,4 = 39,27 \text{ kPa}$$

$$A_{s,CH} = 0,4 \cdot 3,14 \cdot 1,2 = 1,51 \text{ m}^2$$

$$R_{s,CH} = q_{s,CH} \cdot A_{s,CH} = 59,95 \text{ kN}$$

2. CL – glina niske plastičnosti (prema revidiranoj API metodi) [2,0-5,0m]

$$q_{s,CL} = \alpha \cdot c_u$$

$$\text{za } c_u = 108 \text{ kPa } (108/101,3 = 1,07)$$

$$\alpha = 0,55$$

$$q_{s,CL} = 0,55 \cdot 108 = 59,40 \text{ kPa}$$

$$A_{s,CL} = 0,4 \cdot 3,14 \cdot 3 = 3,77 \text{ m}^2$$

$$R_{s,CL} = q_{s,CL} \cdot A_{s,CL} = 223,94 \text{ kN}$$

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



3. SC – glinoviti pijesak (prema revidiranoj API metodi) [5,0-10,8m]

$$q_{s,SC} = \beta \cdot \sigma'_{ysr}$$

za $y_{sr} = 7,90$ m i $\gamma' = 9,0$ kN/m³ efektivna zapreminska težina iznosi $\sigma'_{ysr} = 7,90 \cdot 9,0 = 71,1$ kPa

za $1,47 < y_{sr} = 7,90$ m $< 26,46$ m $\beta = 2,0 - 0,15(y_{sr})^{0,75} = 2,0 - 0,15(7,90)^{0,75} = 1,293$

$$q_{s,SC} = 1,293 \cdot 71,1 = 91,94 \text{ kPa}$$

$$A_{s,SC} = 0,4 \cdot 3,14 \cdot 5,8 = 7,29 \text{ m}^2$$

$$R_{s,SC} = q_{s,SC} \cdot A_{s,SC} = 670,24 \text{ kN}$$

Ukupna računska otpornost plašta $R_{s,k}$

$$R_{s,k} = R_{s,CH} + R_{s,CL} + R_{s,SC} = 59,95 + 223,94 + 670,24 = 954,1 \text{ kN}$$

Računska otpornost baze $R_{b,k}$ (prema revidiranoj API metodi)

$$q_b = 60 \cdot N_{60} \quad \text{za } d/b > 10 \quad (10/0,4=25)$$

$N_{60}=18$ (za $N=25$ na dubini 9 m, minimalna vrijednost SPT-a na približnoj dubini baze pilota)

$$q_b = 60 \cdot 18 = 1080,00 \text{ kN}$$

$$A_b = 0,126 \text{ m}^2$$

$$R_b = q_b \cdot A_b = 135,7 \text{ kN}$$

Ukupna otpornost pilota

$$R_{cm} = R_b + R_s = 1089,8 \text{ kN}$$

$$R_{ck} = R_{cm} / \xi = 1089,8 / 1,4 = 778 \text{ kN}$$

$$R_{cd} = R_{ck} / \gamma_t = 778 / 1 = 778 \text{ kN}$$

Statički uvjeti: $E_g = 165,09 \text{ kN/m'}$

$$E_{sd} = 1,35 \times E_g = 1,35 \times 165,09 = 222,87 \text{ kN/m'}$$

Dinamički uvjeti: $E_{sd} = 1,00 \times E_{din} = 1 \times 131,03 = 131,03 \text{ kN/m'}$

Kritično: $E_{sd} = 222,87 \text{ kN/m'}$

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



Za granično stanje nosivosti STR/GEO vrijedi $E_d < R_{cd}$;

222,9 kN < 778,0 kN

Zadovoljava!

Zagreb, siječanj 2023.

Projektant:

prof.dr.sc. Meho Saša Kovačević, dipl.inž.građ.





2.4. TEHNIČKI UVJETI IZVEDBE, PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

2.4.1. Općenito

Zakon o gradnji obvezuje proizvođače, dobavljače, projektanta i izvođača na kontrolu i osiguranje kvalitete materijala, radova i građevine.

Tehnički uvjeti izvedbe u skladu su s:

- uobičajenim principima projektiranja i izvođenja radova u niskogradnji,
- važećim normativima u Republici Hrvatskoj koji se odnose na ovu problematiku,
- OTU – Općim tehničkim uvjetima za radove na cestama

Da bi sanacija bila uspješna, kvalitetna i trajna, potrebno je pridržavati se pri građenju odgovarajućih zakona i drugih propisa za pojedine radove, kao i ovdje posebno propisanih tehničkih uvjeta.

Program kontrole i osiguranja kvalitete te tehnički uvjeti izvođenja daju se ovdje po pojedinim elementima radova.

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

Izvođenje radova na konstrukciji za sanaciju klizišta, specifičan je posao koji zahtjeva dobru pripremu i organizaciju radova, te dobru međusobnu usklađenost pojedinih faza i vrsta radova.

Predmetni radovi na izvedbi sanacije klizišta u mjestu Orleković na lokalnoj cesti LC33181 sastoje se iz slijedeće navedenih aktivnosti:

- pripremni radovi za izvedbu pilotne stijene
- zasipavanje i izravnavanje terena na poziciji postojećeg zemljanog kanala kako bi se osigurala privremena prometna površina širine 2,5 do 3 m za vrijeme izvođenja radova
- iskop za izvedbu AB pilotne stijene
- izvedba pilota Ø40 cm, duljine 10,0 m na razmaku od 0,6 m (bušenje, armiranje, betoniranje)
- odbijanje vrha pilota na projektiranu kotu
- izvedba naglavne grede (oplata, armiranje, betoniranje)
- čišćenje i priprema terena za izvedbu zamjene tla
- iskop prema predviđenim visinskim i položajnim kotama i propisanim nagibima po nacrtima projekta



- uređenje temeljnog tla mehaničkim zbijanjem
- nasipavanje nekoherentnim materijalom frakcije 8 – 63 mm u slojevima do 50 cm
- izrada završnog sloja od separacijskog geotekstila, humusa debljine 20 cm, geotekstila protiv erozije učvršćenog čavlima i hidrosjetve zajedno s obaveznim uklapanjem s postojećim pokosom
- uklanjanje nasipanog materijala za osiguranje privremene prometne površine
- freziranje i uklanjanje asfalta pune širine prometnice debljine cca 10 cm na potezu sanacije pilotnom stijenom
- zasipavanje novog (pozicija iskopa za izvedbu pilotne stijene) i zbijanje postojećeg nosivog sloja od nevezanog kamenog materijala na modul krutosti $M_s > 100 \text{ MPa}$
- postavljanje betonskih rubnjaka uz novoizvedenu potpornu konstrukciju
- izvedba novog nosivog i habajućeg sloja kolnika na uklonjenom dijelu
- izvedba ispusta oborinske vode s prometnice u vidu betonskih kanalica na kraju konstrukcije
- čišćenje i profiliranje postojećeg zemljanog kanala s pribrežne strane prometnice
- kontrola kvalitete i uspješnosti mjera sanacije tijekom i nakon navedenih radova
- nadzor i izvješća o izvedenim radovima

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

2.4.1.1. Plan izvođenja radova

Da bi se radovi izvodili potrebnom dinamikom, a u skladu s ovim projektom i tehničkim uvjetima, izvođač treba izraditi plan izvođenja radova. Plan izvođenja radova treba sadržavati organizaciju i opremu gradilišta, dinamiku izvođenja radova, te popis strojeva i tehničkih karakteristika opreme, a sve u skladu sa Zakonom o zaštiti na radu (71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18). Plan rada daje se na uvid investitoru i nadzornom inženjeru najkasnije 10 dana prije početka radova na svakom pojedinom klizištu.

Nadzorni inženjer kontrolira usklađenost plana radova s projektom. Investitor i nadzorni inženjer mogu tražiti njegove izmjene i dopune uz obrazloženja.

Izvođač je dužan prije početka radova izmijeniti i dopuniti plan izvođenja radova prema zahtjevima nadzora i investitora i odrediti odgovornu osobu za izvođenje radova.



2.4.1.2. Uvjeti na terenu

Da bi se upoznali uvjeti na terenu, izvođač radova mora obići lokaciju klizišta. Naročitu pažnju treba posvetiti pitanju pristupa lokaciji, uređenju radilišta, kao i kretanju po samom radilištu.

2.4.1.3. Plan iskolčenja i geodetski radovi

Iskolčenje je obaveza izvođača. Usklađenost iskolčenja s projektom kontrolira nadzorni inženjer. Geodetsko iskolčenje radova provodi se prema kotama i nacrtima ovog projekta. Sve kote dane su u apsolutnom koordinatnom sustavu. Iskolčavaju se pozicije pilota, naglavne grede, iskopa za zamjenu tla i pozicija saniranog kanala. Nakon iskolčenja geodetski se snimaju projektni profili terena zbog situacije na terenu neposredno prije početka radova i razlike u odnosu na projektne profile, jer se radi o aktivnoj nestabilnosti.

Zahtijeva se postizanje točnosti iskolčenja i snimanja ± 1 cm.

Tijekom izvedbe kontrolira se izvedenost iskolčenja, usklađenost iskolčenja s projektom, provedba osiguranje iskolčenja i poligonih točaka i obnova iskolčenja tijekom radova.

U tablici 14 su dane koordinate iskolčenja pilota u HTRS sustavu.

Tablica 14. Koordinate iskolčenja pilota

OZNAKA PILOTA	X - KOORDINATA	Y - KOORDINATA
P01	467592.33	5037002.86
P02	467592.27	5037002.26
P03	467592.21	5037001.66
P04	467592.15	5037001.07
P05	467592.09	5037000.47
P06	467592.04	5036999.87
P07	467591.98	5036999.27
P08	467591.92	5036998.68
P09	467591.86	5036998.08
P10	467591.81	5036997.48
P11	467591.75	5036996.89
P12	467591.69	5036996.29
P13	467591.63	5036995.69
P14	467591.57	5036995.09
P15	467591.51	5036994.50
P16	467591.41	5036993.91
P17	467591.32	5036993.31
P18	467591.22	5036992.72
P19	467591.13	5036992.13
P20	467591.03	5036991.54
P21	467590.94	5036990.94
P22	467590.84	5036990.35
P23	467590.75	5036989.76
P24	467590.65	5036989.17
P25	467590.56	5036988.57
P26	467590.46	5036987.98
P27	467590.37	5036987.39
P28	467590.27	5036986.80
P29	467590.18	5036986.20

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



OZNAKA PILOTA	X - KOORDINATA	Y - KOORDINATA
P30	467590.08	5036985.61
P31	467589.99	5036985.02
P32	467589.89	5036984.43
P33	467589.80	5036983.83
P34	467589.70	5036983.24
P35	467589.61	5036982.65
P36	467589.51	5036982.06
P37	467589.47	5036981.46
P38	467589.45	5036980.86
P39	467589.44	5036980.26
P40	467589.43	5036979.66
P41	467589.41	5036979.06
P42	467589.43	5036978.46
P43	467589.46	5036977.86
P44	467589.49	5036977.26
P45	467589.52	5036976.66
P46	467589.55	5036976.06
P47	467589.63	5036975.47
P48	467589.71	5036974.88
P49	467589.79	5036974.28
P50	467589.87	5036973.69
P51	467589.95	5036973.09
P52	467590.03	5036972.50
P53	467590.11	5036971.90
P54	467590.20	5036971.31
P55	467590.28	5036970.72
P56	467590.36	5036970.12
P57	467590.44	5036969.52
P58	467590.52	5036968.93
P59	467590.60	5036968.33
P60	467590.68	5036967.74
P61	467590.76	5036967.15
P62	467590.84	5036966.55
P63	467590.92	5036965.96
P64	467591.00	5036965.36
P65	467591.08	5036964.77
P66	467591.12	5036964.17
P67	467591.15	5036963.57
P68	467591.19	5036962.97
P69	467591.22	5036962.37
P70	467591.26	5036961.77
P71	467591.29	5036961.17
P72	467591.32	5036960.57
P73	467591.36	5036959.98
P74	467591.39	5036959.38
P75	467591.43	5036958.78
P76	467591.46	5036958.18
P77	467591.50	5036957.58
P78	467591.53	5036956.98
P79	467591.57	5036956.38
P80	467591.60	5036955.78
P81	467591.64	5036955.18
P82	467591.67	5036954.58

2.4.1.4. Tehnička oprema i priprema (uređenje) gradilišta za rad

Tehnička oprema gradilišta i priprema gradilišta za rad moraju omogućiti odvijanje radova u skladu s projektom i prihvaćenim planom radova. Potrebno je provoditi kontrole da organizacija gradilišta, tehnička oprema i strojevi budu u skladu sa zahtjevima projekta, a radi mogućnosti cjelovitog i dosljednog izvršenja graditeljskih radova.



2.4.1.5. Osiguranje gradilišta

Gradilište klizišta treba ograditi zaštitnom ogradom, koja će onemogućiti nekontrolirani pristup te tako spriječiti nesretne slučajeve ljudi koji ne rade na sanaciji.

Svi privremeni objekti trebaju se izvesti i postaviti tako da im bude osigurana stabilnost i da u svemu odgovaraju zakonskim zahtjevima za svrhe za koje su namijenjeni.

Potrebno je provoditi kontrolu osiguranja gradilišta prije početka radova te povremeno tijekom radova. Svakodnevno treba provjeravati stanje ograde gradilišta.

2.4.1.6. Čišćenje i priprema terena

Strojno i ručno sječenje raslinja motornim pilama obavlja se sječenjem istog što bliže tlu, kresanjem sitnih grana i ručnim izvlačenjem van mjesta rada na udaljenost do 20 m. Krupnije raslinje se reže na 1 m duljine i slaže kao drvo za ogrjev, a sitnije grane privremeno deponiraju.

Zabranjeno je paljenje suhog šiblja i raslinja.

2.4.2. Iskop

Iskopi na lokaciji klizišta u funkciji su izvede potporne konstrukcije, zamjene tla, sanaciji prometnice i zemljanog kanala.

Iskop za pilotnu stijenu izvodi se napredovanjem od sjevera prema jugu. Nakon izvedbe svih pilota izvodi se naglavna greda. Ovdje definiran način iskopa treba prilagođavati stanju na terenu.

Usijecanje padine se izvodi opreznim strojnim iskopom pod nagibom 1:1 visine metra s bermama duljine 1 metar između usjeka u kampadama od 5 metara, sve prema nacrtima projekta.

Iskopu za zamjenu tla nizbrežne padine može se pristupiti tek nakon izvedbe pilotne stijene.

Prilikom izvedbe iskopa potrebno je pridržavati se redoslijeda izvođenja i pravila zaštite na radu.

Iskop za potpornu konstrukciju i sanaciju klizišta izvode se strojno s ručnim dotjerivanjem, pri čemu projekt tehnologije iskopa mora biti tako napravljen da se radovima iskopa ne ugrozi stabilnost iskopa u bilo kojoj fazi rada.

Radovima iskopa treba pristupiti oprežno. Otvorenu površinu pokosa iskopa treba zaštititi debljim plastičnim folijama, a u slučaju pomaka i zasipavanjem nekoherentnim materijalom za ispunu koji treba stalno u dovoljnoj količini biti deponiran na gradilištu.

Tijekom radova na iskopima treba kontrolirati:



- da se iskop obavlja prema tehničkim uvjetima, profilima i visinskim kotama iz projekta,
- da se za vrijeme radova na iskopu osigura pravilna odvodnja,
- da nagibi privremenih i trajnih pokosa budu u skladu s projektom,
- dosljedno provođenje primjene higijensko-tehničkih zaštitnih mjera.

Dubine iskopa kontroliraju se geodetski i upisuju u građevinski dnevnik.

Iskop se izvodi strojno uz ručno dotjerivanje u tlu **C kategorije**.

2.4.3. Prijevoz materijala

Kako bi se radovi kontinuirano i neometano odvijali potrebno je omogućiti kvalitetan dovoz potrebnih materijala i odvoz materijala iz iskopa. U planu izvođenja radova treba definirati trase lokalnih transporta po gradilištu.

Na gradilište se dovozi materijal za ugradnju (beton, armatura, granulat, cement, geotekstil, nekoherentni materijal zamjene tla i drugo), a odvozi se materijal iz iskopa (iskopa za pilotnu stijenu, bušenja pilota, zamjenu temeljnog tla pokosa, itd.).

Tijekom radova kod prijevoza treba kontrolirati da se:

- pravilno postavlja i održava gradilišne ceste,
- u potpunosti osigura prijevoz na samom gradilištu i javnim prometnim površinama.

2.4.4. Odlaganje materijala

Sve materijale iz iskopa (iskop za AB pilotnu stijenu, materijal od bušenja pilota, materijal iskopa za zamjenu tla i sanaciju prometnice) koji u naravi predstavljaju mineralnu sirovinu, a koji projektom nisu predviđeni za korištenje na samom gradilištu, Izvođač mora prevesti na odlagalište koje osigurava Naručitelj.

Dopušteno je samo privremeno odlaganje materijala iz iskopa na gradilištu. Odlaganje ovog materijala izvodi se na mjestu i na način da odlagalište ne ugrožava sigurnost radova i lokalnu stabilnost iskopa. Poziciju odlagališta predlaže izvođač, a odobrava nadzorni inženjer.

Tijekom trajanja radova, treba kontrolirati:

- da se materijal određen za privremeno i trajno odlaganje redovito odvozi s gradilišta na prikladna odlagališta i odlaže na siguran način,



- da se odlaganje materijala na gradilištu izvodi na siguran način koji neće izazivati neželjene posljedice (zarušavanja, odroni) i na mjestima gdje ne ometa odvijanje i sigurnost radova i prometa.

2.4.5. Iskop za pilote i izvedba pilota

Projektna duljina pilota AB pilotne stijene je 10 m. Bušenje se izvodi s asfaltiranog prilaza, na prethodno iskopan plato za izvedbu pilota, a samo bušenje izvodi se do predviđene dubine pilota, pa je duljina bušenja pojedinog pilota 10,25 m. Ukupno treba izvesti 82 pilota u jednom redu. Uzdužni osni razmak između pilota iznosi 0,6 m. Za betoniranje pilota zahtijeva se beton klase C30/37 razreda izloženosti XF2.

Za osiguranje stabilnosti bušotina projektantska preporuka je primjena CFA metode izvedbe pilota. Dozvoljena je upotreba druge tehnologije izvedbe pilota koju može predložiti izvođač. Ako izvođač smatra da može efikasnije izvesti pilote klasičnim načinom (bušenje, armiranje, betoniranje kontraktor postupkom), prije izvođenja je za navedeno potrebno tražiti odobrenje projektanta ovog projekta. CFA piloti se izvedu bušenjem u jednom koraku pomoću tzv. beskonačne spirale. Tijekom bušenja tlo i spirala drže bokove bušotine stabilnim od zarušavanja. Nakon postizanja projektirane kote spirala se uz minimalnu rotaciju ili bez rotacije podiže kontroliranom brzinom uz istovremeno ispunjavanje bušotine sitnozrnim betonom žitke konzistencije kroz vrh spirale. Nakon završetka betoniranja pripremljeni armaturni koš se uvibrira u ispunjenu bušotinu neposredno nakon bušenja i betoniranja.

Iskop se izvodi strojno (bušenje) u tlu **C kategorije**.

Bušači stroj treba imati odgovarajuću snagu (pritisak na pribor i mogućnost rotacije) za izvedbu bušotine. Režim bušenja (brzinu rotacije i penetracije) je potrebno prilagoditi uvjetima u tlu.

Nakon što se bušenjem dođe do projektirane kote potrebno je izvući spiralu za oko 15 cm i započeti ugradnju betona pod odgovarajućim tlakom. Izvlačenje spirale više od 15 cm prije ugradnje betona nije dopušteno jer dolazi do relaksacije u tlu i smanjenja nosivosti pilota na vrh, a može doći i do zarušavanja bušotine i miješanja tla i betona.

Također je bitno spiralu izvlačiti konstantnom brzinom koja je u zavisnosti od kapaciteta pumpe za ugradnju betona. Rotacija spirale bez penetracije u tlo ili upumpavanje betona je zabranjeno jer utječe na smanjenje nosivosti pilota trenjem po plaštu.

Tlak ugradnje betona na dnu spirale treba minimalno biti jednak efektivnom vertikalnom naprezanju u tlu. Tlak treba održavati tijekom ugradnje betona (izvlačenja spirale) kako bi se osigurala stabilnost



bušotine. S ugradnjom betona treba započeti odmah nakon bušenja do projektirane dubine. U protivnom može doći do zaglave bušačkog pribora. Potrebno je dopremiti na gradilište potrebnu količinu betona prije početka bušenja pilota. Količina betona ugrađenog u bušotinu se kreće u granicama oko 15-20 % iznad idealnih teorijskih vrijednosti volumena pilota. Za izvedbu CFA pilota zahtjeva se sitnozrni beton žitke konzistencije. Vrijednost 'slump testa' betonske mješavine treba biti $200 \text{ mm} \pm 25 \text{ mm}$.

Ako se beton ugrađuje s površine terena za ugradnju je obavezno koristiti kontraktor koji će se spustiti do dna bušotine i cijelo vrijeme biti uronjen u beton, te se podizati kako napreduje ugradnja. Potrebno je osigurati vibrator koji će se moći spustiti do dna bušotine. 'Bacanje' betona s površine terena kroz kontraktor koji nije uronjen u beton je zabranjeno.

Prije početka izvedbe potrebno je prekontrolirati da li je izvoditelj opremljen za odabrani postupak izvedbe.

Tijekom izvedbe potrebno je kontrolirati da se izvedba pilota odvija u potpunosti prema ovdje danim zahtjevima.

2.4.6. Naglavna greda

Osnovna predradnja za izradu naglavne grede je odbijanje nekvalitetnog betona na vrhu pilota, odnosno odbijanje betona u zoni naglavne grede.

Naglavna greda ima značajnu ulogu kod statičkog djelovanja grupe pilota. Naglavna greda ih međusobno povezuje i time tvori cjelovitost sustava u jedinstvenu potpornu konstrukciju. Preko naglavne grede vrši se stalna preraspodjela sila i deformacija. Zbog toga naglavna greda predstavlja element kontinuiteta. Dimenzije grede prikazane su u prilogima ovog projekta. Greda se izvodi betonom razreda čvrstoće C30/37 i zaštitnog sloja betona $c=5,0 \text{ cm}$, te armira rebrastim čelikom klase B500A.

Oplatu naglavne grede izrađuju kvalificirani tesari, iskusni u takvoj vrsti posla. Oplata mora biti vodonepropusna da ne dozvoljava otjecanje finog cementnog morta i stabilna da ne popusti kod betoniranja. Nastavci oplata moraju biti izvedeni tako da osiguravaju dobro brtvljenje i sprječavanje deformacija, a oplata mora biti glatka i ravna. Prije betoniranja oplatu dobro navlažiti. Poslije upotrebe oplata se mora dati lako skinuti. Skida se kad je završen propisani rok za vezanje betona.

Potrebno je kontrolirati:

- dimenzije oplata i položaj u skladu s projektom
- da li je oplata navlažena prije betoniranja,



- da li je oplata učvršćena na odgovarajući način.

2.4.7. Armatura pilota i naglavne grede

Armaturu postavljaju kvalificirani armirači. Armatura treba biti čista i bez naslaga hrđe.

Postavljanje armature treba izvoditi prema razmacima i s preklopima definiranim u nacrtima armature. Armatura treba biti povezana i učvršćena da prilikom ugradnje betona i vibriranja ne dolazi do njenog pomicanja. Za osiguranje projektirane debljine zaštitnog sloja betona potrebno je koristiti distancere.

Zabranjeno je naknadno uguravanje armature u svježi beton.

Kvaliteta čelika treba odgovarati Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (TPGK, NN 17/17), HRN EN 10080 i uvjetima projekta konstrukcije. Svaki proizvod treba biti jasno označen i prepoznatljiv.

U pilote i naglavnu gredu ugrađuje se armatura B500A. Piloti i naglavna greda armiraju se prema nacrtima i iskazu armature u projektu.

Armatura pilota spaja se zavarivanjem. Kao glavna armatura pilotne stijene koristi se promjer 16 mm. Ove šipke se zbog lakše ugradnje povijaju na vrhu pilota na način da čini šiljak. Kao poprečna armatura koristi se promjer 10 mm u spirali. Dodatno se postavljaju obruči od armature promjera 14 mm radi ukrućenja koša i distanceri promjera 8 mm za osiguranje odmicanja koša od stijenki bušotine. Prije ugradnje distancere treba raširiti.

U naglavnu gredu pilotne stijene kao glavna uzdužna armatura ugrađuje se šipke promjera 16 mm. Glavna armatura se postavlja u temelju i tijelu zida dvostrano po presjeku. Razdjelna armatura je $\varnothing 12$ mm na razmaku 15 cm. Spajanje se vrši vezanjem paljenom žicom.

Tijekom radova potrebno je kontrolirati:

- stanje armature,
- debljine, broj i razmak šipki,
- učvršćenost armature,
- osiguranje debljine zaštitnog sloja korištenjem distancera.

Sva armatura mora imati zagarantiranu zavarljivost. Ne smije imati nikakvih nedostataka, mjehura, pukotina ili vanjskih oštećenja. Čelik mora imati kompaktnu homogenu strukturu.



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

2.4.8. Beton i betonski radovi

Betonom se izvode piloti i naglavna greda i podložni beton. Za pilote i naglavnu gredu zahtjeva se beton klase C30/37 razreda izloženosti XF2 uz dodatni zahtjev za otpornost na smrzavanje. Betoniranje se izvodi u kampadama. Betoniranje naglavne grede počinje nakon postavljanja oplata prema sljedećoj kampadi i postavljanje armature temelja na podložni beton.

Postojanost betona na niske temperature i smrzavanje

Otpornost prema zaleđivanju (smrzavanju) definira se kao sposobnost da u stanju zasićenosti vodom podnosi višekratno zaleđivanje i odleđivanje. U pravilu, kompaktniji betoni postojaniji su na niske temperature tj. postojani su prema zaleđivanju i odleđivanju. Razaranje betona zaleđivanjem uzrokovano je promjenom volumena vode, koja pri tome prelazi iz tekućeg u kruto stanje, pri čemu se njen volumen povećava za oko 9%, a što onda dovodi do naprezanja. Do razaranja strukture betona doći će ukoliko su sile naprezanja zbog zaleđivanja vode i povećanja njenog volumena veće od čvrstoće pri zatezanju cementnog kamena, odnosno maltera u betonu.

Beton otporan na zaleđivanje priprema se kontroliranim doziranjem pojedinih komponenti: cementa, vode i agregata te potrebnih dodataka aditiva tipa plastifikatora i aeranta kao i pravilnom ugradnjom u same betonske objekte.

Zbog niske temperature brzine procesa hidratacije su smanjene, a i voda u obliku tekućeg reagensa nije više na raspolaganju, dakle dolazi do zaustavljanja hidratacije tj. "blokiranja". Ako se nakon toga tako "napuhana" betonska masa odledi, tj. voda iz stanja leda pretvori u tekuću vodu proces hidratacije će ponovo započeti i nastaviti se. Općenito bi se moglo reći da će opasnost od zaleđivanja biti manja, a time i postojanost betona na niske temperature biti će veća ukoliko je hidratacija više napredovala i ukoliko je realizirana to kompaktnija i gušća mikrostruktura cementnog kamena, kao vezivnog hidratiziranog gela u betonskoj masi.

2.4.8.1. Agregat

Za pripremanje betona naglavne grede upotrijebit će se prirodni agregat aluvijalnog porijekla maksimalne veličine zrna 32 mm dok za beton pilota, radi kvalitetnije ugradnje istog, koristi se agregat max. zrna 16 mm za koji je odgovarajućim dokumentom o sukladnosti potvrđeno da ispunjava sva propisana svojstva prema tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (TPGK, NN



17/17). Izvođač radova je dužan pribaviti odgovarajuće dokumente o sukladnosti agregata s traženim svojstvima. Granulometrijski sastav mješavine agregata utvrđuje se eksperimentalno, obzirom na način i uvjete ugrađivanja i transporta betona, kao i ostale faktore koji mogu utjecati na kvalitetu betona. Agregat mora zadovoljavati zahtjeve prema normi: HRN EN 12620. Smrznuti agregat ili agregat pomiješan sa snijegom i ledom ne smije se upotrijebiti. Vlažnost pojedinih frakcija agregata važan je element za jednoličnost sastava svježeg betona, a posebice vodocementnog faktora.

U tvornici betona će se osigurati stalna i sigurna kontrola vlažnosti agregata po pojedinim frakcijama.

Ukoliko su količine muljevitih čestica i prašine u agregatu veće od dopuštenih prema propisima utvrđenim kriterijima, proizvođač betona će organizirati dodatno pranje pojedinih frakcija agregata.

2.4.8.2. Cement

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

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

Količina cementa po m³ gotovog betona se mora odrediti recepturom da se zadovolje tražene klase betona. Cement mora zadovoljavati zahtjeve prema normi: HRN EN 197-1; HRN EN 197-2.

2.4.8.3. 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.

2.4.8.4. 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.



2.4.8.5. 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

Ostali mineralni dodaci mogu se rabiti samo ako zadovoljavaju uvjete odgovarajuće hrvatske norme ili tehničkog dopuštenja izdanog od nadležnog ministarstva ili institucije, koju je to ministarstvo ovlastilo.

Vrsta i dinamika kontrola, odnosno ispitivanja sastavnih materijala mora biti u skladu s tablicom br. 22 norme HRN EN 206-1.

2.4.8.6. Program kontrole i osiguranja kvalitete betona

Program kontrole i osiguranja kvalitete osnovni je uvjet za postizanje zahtijevanih svojstava betona i konstruktivnih elemenata u fazi građenja i eksploatacije. Upravljanje kvalitetom definirano je Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije (TPGK, NN 17/17).

Potvrđivanje sukladnosti betona provodi se prema kriterijima norme HRN EN 206-1 i prema Pravilniku o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN 103/08, NN 147/09, NN 87/10, NN 129/11, NN 118/19). Unutarnja kontrola proizvodnje betona provodi se prema normi HRN EN 206-1 i mora obuhvatiti sve mjere nužne za održavanje i osiguranje svojstava betona sukladno zahtjevima norme HRN EN 206-1. Sustav potvrđivanja sukladnosti betona je 2+, s time da pravna osoba ovlaštena po posebnom propisu za poslove ocjenjivanja sukladnosti betona (u daljnjem tekstu: ovlašteno tijelo) u cjelini postupka prema HRN EN 206-1 Dodatku C, i dodatno, za ispitivanje tlačne čvrstoće najmanje 4 puta godišnje nenajavljeno uzima uzorke betona, po 3 uzorka za svaki sastav betona.



Ovlašteno tijelo treba certificirati, nadzirati i ocjenjivati sukladnost tvorničke kontrole proizvodnje betona u svim slučajevima proizvodnje projektiranog betona (beton čija su zahtijevana svojstva uvjetovana proizvođaču koji je odgovoran za isporuku betona uvjetovanih svojstava i dodatnih osobina) i betona zadanog sastava (beton čiji su sastav i sastavni materijali koji će se koristiti uvjetovani proizvođaču koji je odgovoran za isporuku betona uvjetovanog sastava).

Proizvođačevu tvorničku kontrolu proizvodnje za sve projektirane betone mora certificirati ovlašteno tijelo, a nakon dobivanja certifikata tvorničke kontrole proizvodnje, vrednovati i pregledavati ovlašteno tijelo. Ovlašteno tijelo treba najprije provesti početni nadzor pogona za proizvodnju betona sa svrhom utvrđivanja jesu li ispunjeni preduvjeti koji se odnose na osoblje i opremu, koji omogućuju urednu proizvodnju i odgovarajuću tvorničku kontrolu proizvodnje.

Potvrđivanje sukladnosti betona provodi se dva puta godišnje na temelju rezultata nadzora unutarnje kontrole proizvodnje i ocjene (vrednovanja) rezultata ispitivanja proizvođača i rezultata ispitivanja tlačne čvrstoće betona na slučajno uzetim uzorcima.

2.4.8.6.1. Proizvodnja betona

Proizvođač je u cijelosti odgovoran za građevinski proizvod. U tu svrhu obavezan je provoditi sljedeće aktivnosti:

- početno ispitivanje
- stalnu unutarnju kontrolu proizvodnje
- ispitivanje uzoraka iz proizvodnje prema utvrđenom planu.

2.4.8.6.2. Početno ispitivanje

Sastav betona koji se proizvodi mora biti dokazan početnim ispitivanjem prema HRN EN 206-1 Dodatak A. Za početna ispitivanja projektiranog betona odgovoran je proizvođač. Početnim ispitivanjem utvrđuje se da li beton zadovoljava sva uvjetovana svojstva svježeg i očvrstlog betona. Prije upotrebe novog sastava betona ili prilikom pojave značajnije promjene u sastavnim materijalima mora se obaviti početno ispitivanje. U slučaju betona zadanog sastava i betona normiranog zadanog sastava nisu potrebna početna ispitivanja proizvođača.

Za početno ispitivanje pojedinog betona mora se ispitati po tri uzorka iz svake od tri mješavine. Tlačna čvrstoća betona za kojeg se provodi početno ispitivanje mora biti dva puta veća od očekivane standardne devijacije ($\sigma=3-6$), što znači od 6 N/mm² do 12 N/mm². Konzistencija betona treba biti unutar granica razreda konzistencije. Za sva ostala svojstva beton treba zadovoljiti uvjetovane vrijednosti u odgovarajućoj veličini.



2.4.8.6.3. Stalna unutarnja kontrola proizvodnje

Unutarnja kontrola proizvodnje uključuje sve mjere koje su potrebne za postizanje i održavanje kvalitete betona tako da on bude u skladu sa propisanim zahtjevima. U toj kontroli obuhvaćene su sve provjere i ispitivanja, kao i korištenje rezultata ispitivanja opreme, osnovnih materijala, svježeg i očvrslog betona. Proizvođač u tom postupku mora izvršiti sljedeće:

- organizirati laboratorij i organizirati stalnu tvorničku kontrolu proizvodnje
- imenovati osobu odgovornu za provođenje radnji u postupku ocjenjivanja sukladnosti građevnog proizvoda
- uspostaviti sustav pisanih uputa za obavljanje pojedinih radnji u postupku ocjenjivanja sukladnosti (priručnik, radne upute i zapise)

2.4.8.6.4. Projektiranje betona

Sastav betona i sastavne materijale za projektirani beton i beton zadanog sastava treba odabrati tako da zadovoljavaju svojstva uvjetovana za svježi i očvrsli beton, uključivo konzistenciju, gustoću, čvrstoću, trajnost, zaštitu ugrađenog čelika od korozije, uzimajući u obzir proizvodni proces i odabrani postupak izvedbe betonskih radova koji uključuju transport, ugradnju, zbijanje, njegovanje i moguće druge tretmane ili obrade ugrađenog betona.

2.4.8.6.5. Tvornička kontrola proizvodnje betona

Odgovornost, nadležna tijela i odnosi cjelokupnog osoblja koje upravlja, izvodi i potvrđuje radove koji se odnose na proizvodnju betona, moraju biti utvrđeni dokumentiranim sustavom kontrole proizvodnje. To se posebno odnosi na osoblje kojemu je potrebna organizacijska sloboda i autoritet za minimiziranje rizika od nezadovoljavajućeg betona i za identificiranje i izvještavanje o svakom problemu kvalitete betona.

2.4.8.6.6. Ispitivanje uzoraka iz proizvodnje prema utvrđenom planu

Svježi beton

Konzistencija betona utvrđuje se metodama slijeganja i rasprostiranja prema HRN EN 12350-2 i HRN EN 12350-5 i provodi se u laboratoriju proizvođača betona.



Količinu cementa, vode, agregata ili mineralnih dodataka utvrđuje se prema otpremnici betona sa proizvodnog pogona. Niti jedna pojedinačno utvrđena vrijednost vodocementnog faktora ne smije biti veća za više od 0,02 od granične vrijednosti.

Tablica 15. Količina mikropora uvučenog zraka u odnosu na najveću frakciju agregata.

Najveća frakcija agregata (mm)	Količina pora (%)
16-32	3-5
8-16	5-7
4-8	7-10

Sadržaj zraka u betonu utvrđuje se postupkom HRN EN 12350-7. Donja granica je uvjetovana vrijednost od -0,5 % do max 1,0 % prema HRN EN 206-1.

Tablica 16. Kriteriji sukladnosti posebnih svojstava

Svojstvo	Postupak ispitivanja	Minimalni broj uzoraka ili ispitivanja	Broj prihvatanja	Max. dopušteno odstupanje pojedinog rezultata ispitiv. od granice uvjetovane razredom ili tolerancijom zadane vrijednosti	
				Donja granica	Gornja granica
v/c faktor	HRN EN 206-1 (točka 5.4.2) ili	1 ispitivanje dnevno	vidi Tablicu 19a HRN EN 206-1	nema ograničenja ¹⁾	+0,02
Sadržaj cementa	HRN EN 206-1 (točka 5.4.2)	1 ispitivanje dnevno	vidi Tablicu 19a HRN EN 206-1	– 10 kg/m ³	nema ograničenja ¹⁾
Sadržaj zraka u svježem betonu	HRN EN 12350-7	1 uzorak u danu kontinuirane proizvodnje	vidi Tablicu 19a HRN EN 206-1	– 0,5 % apsolutne vrijednosti	+ 1,0 % apsolutne vrijednosti
Sadržaj klorida u betonu	HRN EN 206-1 (točka 5.2.7)	za svaki sastav (recepturu) betona i ponovo ako poraste sadržaj klorida u bilo kojem sastavnom materijalu	–	nema ograničenja ¹⁾	veća vrijednost nije dopuštena
Primjedba: ¹⁾ Dok se ograničenja ne uvjetuju					

**Tablica 17.** Kriteriji sukladnosti konzistencije

Svojstvo	Postupak ispitivanja	Minimalni broj uzoraka ili ispitivanja	Broj prihvatanja	Max. dopušteno odstupanje pojedinog rezultata ispitiv. od granice uvjetovane razredom ili tolerancijom zadane vrijednosti	
				Donja granica	Gornja granica
Vizualni pregled	Uspoređivanje stvarnog i normalnog izgleda betona	Svaka mješavina Za vozila svaki teret	–	–	–
Slijeganje	HRN EN 12350-2	Kao za tlačnu čvrstoću ili pri ispitivanju sadržaja zraka ili u slučaju sumnje slijedom vizualnog pregleda	vidi Tablicu 19b HRN EN 206-1	– 10 mm	+ 20 mm
Rasprostiranje	HRN EN 12350-5			– 20 mm ²⁾	+ 30 mm ²⁾
		vidi Tablicu 19b HRN EN 206-1	– 20 mm	+ 30 mm	
				– 30 mm ²⁾	+ 40 mm ²⁾
Primjedba: ¹⁾ Kada nema donjih ni gornjih ograničenja ova odstupanja ne primjenjivati					
²⁾ Primjenjivo jedino za mjerenje konzistencije iz početne količine pražnjenja vozila (prema načinu definiranom u HRN EN 206-1 – točka 5.4.1					

Sukladnost ispitivanja svježeg betona se prihvća zadovoljenjem sukcesivnih rezultata ispitivanja u skladu sa uvjetovanim graničnim vrijednostima ili graničnim razredima ili zadanim vrijednostima uključujući dopuštene tolerancije i maksimalno dopušteno odstupanje od tražene (uvjetovane) vrijednosti.

Očvršli beton

Utvrđivanje čvrstoće obavlja se na uzorcima kocaka brida 150 mm sukladnim HRN EN 12390-1-Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe i izrađenim i njegovanim prema HRN EN 12390-2 - Izrada i njegovanje uzoraka za ispitivanje čvrstoće.

Tlačna čvrstoća betona utvrđuje se prema normi HRN EN 12390-3. Tlačna čvrstoća utvrđena je na uzorcima ispitanim pri starosti od 28 dana. U posebnim slučajevima može se posebno uvjetovati ispitivanje pri starosti manjoj ili većoj od 28 dana.

Pri ocjenjivanju sukladnosti razlikujemo početnu proizvodnju (dok se ne dobije minimalno 35 rezultata ispitivanja) i kontinuiranu proizvodnju (nakon dobivanja 35 rezultata ispitivanja u periodu koji ne prelazi 12 mjeseci).

Uzorkovanje se vrši prema planu uzorkovanja ili nakon dodavanja kemijskog dodatka radi prilagodbe konzistencije. Rezultat ispitivanja je onaj dobiven na pojedinačnom uzorku ili prosjek rezultata kada su uzorci na isti način uzorkovani i kada se ispituju u isto vrijeme.



Sukladnost se ocjenjuje tijekom perioda ocjenjivanja koji ne prelazi 12 mjeseci (ispituju se uzorci pri starosti od 28 dana ili nekoj drugoj uvjetovanoj starosti) i to na sljedeći način:

a) Kriterij 1: grupa od n -sukcesivnih rezultata ispitivanja (f_{cm})

b) Kriterij 2: svaki pojedinačni rezultat (f_{ci})

Osnovni uvjet je da se rezultati ispitivanja ne preklapaju.

Tablica 18. HRN EN 206-1: Kriteriji sukladnosti tlačne čvrstoće

Tip proizvodnje	Broj n rezultata ispitivanja tlačne čvrstoće u grupi	KRITERIJ 1	KRITERIJ 2
		Prosjek od n rezultata, f_{cm} (N/mm ²)	Pojedini rezultat, f_{ci} (N/mm ²)
Početna	3 rezultata	$\geq f_{ck} + 4$	$\geq f_{ck} - 4$
Kontinuirana	15 rezultata	$\geq f_{ck} + 1,48\sigma$	$\geq f_{ck} - 4$

U početku se standardnu devijaciju (σ) računa iz najmanje 35 sukcesivnih rezultata ispitivanja dobivenih u periodu većem od 3 mjeseca, a neposredno su ispred proizvodnog perioda čiju sukladnost provjeravamo. Treba osigurati da se standardna devijacija od najmanje 15 rezultata (s_{15}) ne razlikuje značajnije od utvrđene standardne devijacije na način:

$$0,63 \sigma \leq s_{15} \leq 1,37 \sigma$$

Ako je vrijednost s_{15} izvan gornjih granica treba utvrditi novu vrijednost iz dostupnih posljednjih 35 rezultata ispitivanja. Sukladnost s karakterističnom tlačnom čvrstoćom betona (f_{ck}) je potvrđena ako su oba kriterija iz tablice 17. HRN EN 206-1 za početnu i za kontinuiranu proizvodnju zadovoljena.

Svojstva trajnosti

Beton se uzorkuje u skladu s HRN EN 12350-1. Uzorkovanje treba provesti za svaki sastav betona kod kojeg su uvjetovana (*tražena*) svojstva trajnosti.

Kada je projektom betonske konstrukcije zadano jedno ili više svojstava trajnosti betona, proizvođač betona odgovoran je za dokaz tih svojstava.

Ispitivanja svojstava trajnosti proizvođač je dužan provoditi u skladu s normama danim u TPGK, Prilog A. točka A.1.

Kontrola sukladnosti svojstava trajnosti će se prihvaćati prema pojedinačnim izvještajima za pojedino svojstvo trajnosti, a prema kriterijima koje propisuje pojedina norma, TPGK ili projektant.



2.4.8.6.7. Isporuka betona

Prilikom svake isporuke betona na gradilište proizvođač betona dužan je izdati otpremnicu koja mora sadržavati slijedeće podatke:

- Naziv tvrtke
- Serijski broj otpremnice
- Datum i vrijeme utovara betona
- Vrijeme prvog kontakta cementa i vode
- Reg. br. automiješalice
- Ime prijevoznika
- Ime kupca
- Ime i lokacija gradilišta
- Količina betona u m³
- Deklaracija sukladnosti s referencama prema uvjetima kvalitete i prema HRNEN206-1
- Ime ili znak certifikacijskog tijela
- Vrijeme dolaska na gradilište
- Vrijeme početka istovara
- Vrijeme kraja istovara
- Ime odgovorne osobe za proizvodnju betona
- Oznaka razreda čvrstoće i normu HRN EN 206-1:2000
- Razred konzistencije ili zadanu vrijednost
- Tip i razred čvrstoće cementa
- Tip kemijskog dodatka

Specijalna svojstva ako su tražena (granične vrijednosti sastava ili razred otpornosti prema razredima izloženosti, najveće nazivno zrno agregata, konzistencija itd):

- Maksimalnu nominalnu gornju veličinu zrna agregata
- Porijeklo agregata
- v/c faktor



2.4.8.6.8. Transport i ugradnja betona

Betoniranje treba vršiti u potpunosti prema posebno razrađenom programu za betoniranje. Program mora obuhvatiti mogućnosti isporučitelja betona, izvođača radova, te konstruktivne zahtjeve konstrukcije. Izbor načina transporta betona treba garantirati njegovu homogenost i nepromjenljivost sastava.

Ako se beton ne radi na samom gradilištu, transportirat će se specijalnim vozilima (*automiješalicama*). Dopušta se transport suhe mješavine agregata i cementa ako na mjestu dodavanja vode postoji uređaj za doziranje. U slučaju da je kretanje automiješalice na samom gradilištu otežano, lokalni transport svježeg betona moguć je uz pomoć betonskih pumpi. Betonska mješavina mora imati prije samog ugrađivanja konzistenciju u propisanim granicama.

Beton se u pravilu ugrađuje odmah nakon izrade. Zabranjuje se naknadno dodavanje vode betonskoj mješavini. Betonska mješavina mora imati prije samog ugrađivanja konzistenciju u propisanim granicama.

Beton se ugrađuje u skladu s potrebama odabrane tehnologije. Na mjestu istovara betona visina slobodnog pada ne smije biti veća od 1 metar. Za ugradnju betona se mogu koristiti i pumpe za beton. Beton se ugrađuje uz ravnomjerno zbijanje.

Svježi beton treba zaštititi od potresanja i vibracija, a očvrsli od preranog opterećenja. Ovakvu betonsku konstrukciju treba njegovati i držati vlažnom najmanje 7 dana, odnosno dok ugrađeni beton ne dostigne najmanje 60% predviđene čvrstoće.

Ova problematika je naročito potencirana u vrijeme visokih odnosno niskih temperatura. Betoniranje kod temperature ispod +5°C odnosno iznad +30°C smatra se betoniranjem u posebnim uvjetima koji zahtijevaju posebne mjere zaštite betona. U tom slučaju beton mora biti i termalno zaštićen odmah nakon završetka betoniranja.

Svježi beton

Za beton projektiranog sastava dopremljenog iz centralne betonare (*tvornice betona*), odgovorna osoba obvezno određuje neposredno prije ugradnje provedbu kontrolnih postupaka utvrđivanja svojstava svježeg betona.

Kontrolni postupak utvrđivanja svojstava svježeg betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima norme HRN EN 13670-1, HRN EN 206-1 i projekta betonske konstrukcije, a najmanje pregledom svake otpremnice i vizualnom kontrolom konzistencije kod svake dopreme (*svakog vozila*) te, kod opravdane sumnje ispitivanjem konzistencije istim postupkom kojim je ispitana u proizvodnji.



Očvrslji beton

Za beton projektiranog sastava dopremljenog iz centralne betonare (*tvornice betona*), odgovorna osoba obvezno određuje neposredno prije ugradnje provedbu kontrolnih postupaka utvrđivanja svojstava očvrsllog betona.

Utvrdjivanje čvrstoće obavlja se na uzorcima kocaka brida 150 mm sukladnim HRN EN 12390-1- Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe, izrađenim i njegovanim prema HRN EN 12390-2 - Izrada i njegovanje uzoraka za ispitivanje čvrstoće.

Tlačna čvrstoća betona utvrđuje se prema normi HRN EN 12390-3. Uzima se jedan uzorak za istovrsne elemente betonske konstrukcije koji se bez prekida ugrađivanja betona izvedu unutar 24 sata od betona istih iskazanih svojstava i od istog proizvođača.

Ocjenjivanje rezultata ispitivanja

Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće betona ocjenjivanjem rezultata ispitivanja uzoraka sa gradilišta i dokazivanjem karakteristične tlačne čvrstoće betona provodi se primjenom kriterija iz Dodataka B norme HRN EN 206-1 „Ispitivanje identičnosti tlačne čvrstoće“.

Ispitivanje i dokazivanje identičnosti pokazuje da li ugrađeni beton pripada istom skupu za koji je proizvođačevom ocjenom sukladnosti utvrđeno da mu je tlačna čvrstoća sukladna s karakterističnom čvrstoćom (f_{ck}).

Za slučaj nepotvrđivanja zahtijevanog razreda tlačne čvrstoće betona treba na dijelu konstrukcije u koji je ugrađen beton nedokazanog razreda tlačne čvrstoće provesti naknadno ispitivanje tlačne čvrstoće betona u konstrukciji prema HRN EN 12504-1 i ocjenu sukladnosti prema EN 13791.

2.4.9. Izvedba zamjene tla i uređenja pokosa

Nakon izvedbe usjeka za zamjenu tla na način definiran u poglavlju "2.4.2. Iskop" i prema nacrtima projekta pristupa se izvedbi zamjene tla i uređenja nizzbrežnog pokosa nasipa lokalne ceste LC33181, zajedno s obaveznom uklapanjem bočnih stranica novoizvedenog pokosa s postojećim pokosom.

Nakon iskopa, a prije polaganja geotekstila, potrebno je zbiti temeljno tlo pokosa na $M_s = 20 \text{ MN/m}^2$. Na konačni pokos postavlja se netkani geotekstil od polipropilena (PP) sljedećih karakteristika: čvrstoća na vlak – uzdužno MD: $\geq 30 \text{ kN/m'}$ prema HRN EN ISO 10319:2008, čvrstoća na vlak – poprečno CMD: $\geq 30 \text{ kN/m'}$ prema HRN EN ISO 10319:2008, deformacija pri slomu – uzdužno MD: $\geq 60 \%$ prema HRN EN ISO 10319:2008, deformacija pri slomu – poprečno CMD: $\geq 60 \%$ prema HRN EN ISO 10319:2008, najveća veličina otvora: $50 \mu\text{m}$, sila proboja (CBR) - $F_p \geq 5.50 \text{ kN}$ prema



HRN EN ISO 12236:2008, vodopropusnost u ravnini - $k: \geq 2.5 \cdot 10^{-3}$ l/ms prema HRN EN ISO 11058:2010.

2.4.9.1. Radovi na izvedbi nasipavanja pokosa nasipa

Radove na izvedbi nasipavanja potrebno je u cijelosti izvesti prema uputama iz projekta, te prema smjernicama iz dokumenta OTU 2-09.3. Prema OTU, ovakav materijal spada pod kamene materijale. Pod kamenim materijalima podrazumijevaju se materijali dobiveni miniranjem, kamene drobine i šljunci, tj. materijali koji praktički nisu osjetljivi na prisutnost vode (materijali iskopne kategorije A i dio materijala iskopne kategorije C). Zbog težine velikih strojeva za zbijanje, materijal za zasip pokosa će se zbijati ručnim vibronabijačima i kompaktorima.

Zasip se izrađuje u slojevima debljine 50 cm, a stvarna maksimalna debljina razgrnutog sloja određuje se na pokusnoj dionici, ako ne postoje provjerena iskustva o debljinama slojeva u kojima se taj materijal može pravilno zbiti određenim sredstvima za zbijanje.

Kameni materijal koji se ugrađuje mora imati granulaciju materijala takvu da je koeficijent nejednolikosti:

$$C_u = D_{60} / D_{10} > 4$$

dok je udio sitnih čestica < 15 %. Udio sitnih čestica, određen prema normi HRN EN 933-1, ne smije biti veći od udjela sitnih čestica propisanih razredom UF15 (HRN EN 13285, točka 4.3.1).

Za opći materijal zasipavanja upotrebljava se šljunak granulacije 8 – 63 mm, a postignuta zbijenost odgovara modulu stišljivosti $M_s = 40$ MN/m².

Tijekom građenja zasipa moraju se kontrolirati njegove dimenzije, kako bi se rad izvršio prema dimenzijama iz projekta. Geodetska kontrola se provodi na završnom sloju. Svaka odstupanja veća od ± 5 cm na završnom sloju mora izvođač popraviti.

Potrebno je dokazati da su slojevi različitih materijala nasipa izvedeni s odgovarajućom zbijenošću. Tekuća ispitivanja, troškovnički uključena u samu izvedbu nasipavanja, podrazumijevaju kontrole krutosti slojeva kamenog zasipa kružnom pločom prema smjernicama iz norme HRN U.B1.046/68. Potrebno je postići modul krutosti (stišljivosti) prema vrijednostima danim u ovom poglavlju. Ispitivanja je potrebno obaviti nakon svakog zbijanja pojedinog sloja i to bar 4 ispitivanja na svakih 100 m² izvedenog sloja. Potrebno je provesti i tekuću kontrolu granulometrijskog sastava zasipnog materijala i to bar 4 ispitivanja na svakih 100 m³ ugrađenog materijala. Provjere izvodi Izvođač a uračunate su u cijenu izvođenja nasipa.



Dodatna laboratorijska ispitivanja provode se na zahtjev nadzornog inženjera, a mogu obuhvaćati ispitivanja uzoraka tla u geomehničkom laboratoriju koja se odnose na stupanj zbijenosti, ispitivanje vlažnosti, klasifikaciju tla, zapreminsku težine tla i ostalo.

2.4.9.2. Radovi na izvedbi završnog uređenja pokosa nasipa

Rad obuhvaća izvedbu završnog i hortikulturnog uređenja novoizvedenog nizbrežnog pokosa lokalne ceste LC33181 uz obavezno uklapanje novoizvedenog pokosa s postojećim pokosom na bočnim rubovima. Radove treba izvesti u skladu sa nacrtima iz ovog projekta.

Predviđa se sljedeća ugradnja završnog pokosa:

- ugradnja separacijskog geotekstila na izvedeni i zbijeni materijal granulacije 8 – 63 mm.

Karakteristike:

polipropilenski (PP), čvrstoća na vlak – uzdužno MD: $\geq 10 \text{ kN/m'}$ prema HRN EN ISO 10319:2008, čvrstoća na vlak – poprečno CMD: $\geq 10 \text{ kN/m'}$ prema HRN EN ISO 10319:2008, deformacija pri slomu – uzdužno MD: $\geq 60 \%$ prema HRN EN ISO 10319:2008, deformacija pri slomu – poprečno CMD: $\geq 60 \%$ prema HRN EN ISO 10319:2008, najveća veličina otvora: 70 μm , sila probija (CBR) - Fp: $\geq 1.80 \text{ kN}$ prema HRN EN ISO 12236:2008, vodopropusnost u ravnini - k: $\geq 100 \text{ l/m2s}$ prema HRN EN ISO 11058:2010.

- 20 cm humusa

- ugradnja geosintetika protiv erozije tla zajedno sa klinovima za učvršćivanje geosintetika protiv erozije u tlo (napomena: ovaj geosintetik mora biti kvalitetno učvršćen za humusnu podlogu).

Karakteristike:

polipropilenske mreže ili jednakovrijedne, veličine otvora 39/39 mm, težine min. 200 g/m^2 . Vlačna čvrstoća ovih mreža je u uzdužnom smjeru $z_{m,u} \geq 20 \text{ kN/m}$.

- zatravnjivanje pokosa u cilju povećanja stabilnosti na površinsku eroziju kao i radi estetskih aspekata.

Hidrosjetva se sastoji od raspršivanja sjemena u smjesi s vodom, gnojivom i vezivom. Hidrosjetva je poseban način sjetve travnog pokrivača, pri kojem se, umjesto klasičnih metoda sjetve koriste pumpe za sjetvu sa unaprijed pripremljenom smjesom.



2.4.10. Radovi na sustavu odvodnje oborinske vode

Sustav odvodnje oborinske vode prometnice na lokaciji klizišta izvodi se u vidu rubnjaka koji u kombinaciji s nagibom i padom prometnice vodu odvode van zone klizanja putem izvedenih betonskih kanalice duljine 25 metara na kraju pilotne stijene. Uz to odvodni kanal s pribrežne strane prometnice se čisti od vegetacije i profilira do prvobitnih dimenzija, te se čisti postojeći propust duljine 3 metra.

2.4.11. Rekonstrukcija kolnika i završno uređenje

Nakon dovršetka AB pilotne stijene, zamjene tla i uređenja pokosa vrši se rekonstrukcija uklonjenog dijela prometnice u duljini od 60 m. U sklopu rekonstrukcije prometnice uklanja se prometnica u punoj širini (cca 4 metara) u duljini 60 metara, nakon čega se ugrađuje novi nosivi sloj u djelu iskopanom za radove na pilotnoj stijeni i uređuje postojeći podložni sloj i zbija do krutosti od $M_s > 100 \text{ MPa}$, ugrađuju rubnjaci $15 \times 25 \text{ cm}$ uz pilotnu stijenu, te novi nosivi i habajući sloj asfalta.

Radovi asfaltiranja provode se u potpunosti prema OTU 5-04 i OTU 5-05. Asfalt za kolnik ugrađuje se u dva sloja: nosivi AC22 base 50/70 AG6 M2 debljine 5 cm i habajući AC11 50/70 AG3 M3 debljine 3 cm. Potrebno je provoditi kvalitetu prema OTU 5-04 i OTU 5-05.

2.4.12. Verifikacija projektnog rješenja

U cilju verifikacije projektnog rješenja potrebno je provesti sljedeće kontrolne mjere:

1. Kontrolna ispitivanja tlačne čvrstoće betona naglavne grede i pilota
2. Ispitivanje cjelovitosti pilota
3. Mjerenja pomaka geodetskim reperima
4. Mjerenja pomaka inklinometrom

1. Kontrolna ispitivanja tlačne čvrstoće betona naglavne grede i pilota

Ispitivanje i specifikacije trebaju biti u skladu s HRN EN 12390-3:2009/Ispr.1:2012 Ispitivanje očvrsluloga betona -- 3. dio: Tlačna čvrstoća ispitnih uzoraka (EN 12390-3:2009/AC:2011), HRN EN 12390-3:2009 Ispitivanje očvrsluloga betona -- 3. dio: Tlačna čvrstoća ispitnih uzoraka (EN 12390-3:2009). Za pripremu smjese upotrebljava se cement aktivnosti 45. Čvrstoća smjese mora odgovarati kvaliteti min. C30/37.



Konzistencija betonske smjese treba odgovarati tehnologiji ugradnje. O načinu ugrađivanja treba voditi računa kod određivanja potrebne količine vode i konzistencije. Osobine koje mora posjedovati dobra i kvalitetna smjesa su:

- dobra sposobnost tečenja
- dobra obradivost
- malo otpuštanje vode
- tlačna čvrstoća nakon 28 dana od 37 MN/m²
- čvrstoća na pritisak ugrađenog materijal min. C 30/37

Ukupno je potrebno ispitati 7 uzoraka (5 piloti, 2 naglavna greda pilota) koje će odabrati Nadzorni inženjer. Uzorci se ispituju na tlačnoj preši.

O kontrolnim ispitivanjima treba izraditi izvještaj i dostaviti ga Nadzornom inženjeru. Izvještaji trebaju sadržavati ove podatke:

- Opći dio: naziv materijala, mjesto uzorkovanja, podatke o naručitelju ili proizvođaču, način i datum uzrokovanja i završetka ispitivanja, namjenu materijala i laboratorijsku oznaku uzorka,
- Rezultate laboratorijskih ispitivanja
- Ocjenu kvalitete materijala s obzirom na vrstu i namjenu.

2. Ispitivanje cjelovitosti pilota

Ispitivanje cjelovitosti (integriteta) pilota nerazornim metodama su najčešća korištena metoda za verifikaciju kvalitete izvedenih pilota, jer je pouzdana, brza i u velikoj mjeri vrlo jeftina. Na tržištu je dostupan velik broj takvih metoda, koje se uglavnom razlikuju u načinu ispitivanja, dok su mjerene veličine skoro uvijek iste. Temelje se na različitim metodama, npr. akustične, seizmičke, ultrazvučne, električne, toplinske ili radioaktivne, gdje se pobuda pilota izaziva najčešće udarcem čekića ili vibracijama, te mjerenju njegovog odgovora, koji može biti u obliku njegovog ubrzanja, brzine ili frekvencije. Za razliku od statičkog i dinamičkog ispitivanja, koja omogućavaju određivanje nosivosti pilota (kod dinamičkog i cjelovitosti pilota), ovim ispitivanjem moguće je utvrditi samo kvalitetu strukture pilota, odnosno njegova eventualna unutarnja oštećenja, te u slučaju temeljenja u stijeni i njenu krutost.

Najpoznatija od njih je svakako "Sonic Pulse Echo" metoda (**PEM** metoda - Sonic **P**ulse **E**cho **M**ethod ili **PIT** metoda - **P**ile **I**ntegrity **T**est). Ova metoda se počela koristiti u 70-tim prošlog stoljeća u Europi i SAD. Međutim metoda je opće prihvaćena tek kad je bilo moguće razvijenim metodama



izvršiti digitalnu obradu signala. **PIT** ili **PEM** je vjerovatno najčešće korištena metoda neraznog ispitivanja bušenih i zabijenih pilota. Bazira se na generiranju vala čekićem na glavi pilota, gdje se određenim senzorima mjeri njegov odgovor na generirani impuls (pobudu). Korišteni senzori mogu biti akcelometri ili geofoni. Iako su podaci o vrijednostima ubrzanja valova više nego dovoljni, tragovi brzina se puno lakše interpretiraju, te se stoga izmjerena ubrzanja integriraju u cilju određivanja brzina valova. Za razliku od akcelometara geofoni direktno proizvode brzinama proporcionalan signal. Akcelometri i geofoni imaju različite vrijednosti gornje i donje radne frekvencije (širina frekvencijskog spektra). Akcelometri npr. daju pouzdanije rezultate pri visokim frekvencijama, dok geofoni rade na manjoj širini frekventnog spektra, ali ne zahtijevaju proračun integracijskih konstanti, već direktno daju podatke o brzinama. Geofoni su također dosta teži od akcelometara, što u određenoj mjeri može utjecati na učinkovitost samog ispitivanja. Prednosti ove metode se ogleda jednostavnom i brzom ispitivanju, pri čemu je moguće otkriti veće defekte (u poprečnom presjeku, kvaliteti betona i temeljne stijene) u strukturi pilota, te njihov prostorni položaj. Ovo ispitivanje traži interpretaciju od strane iskusnog inženjera, jer u određenom broju slučajeva nije moguće donijeti zaključak od kvalitete radova. Primjenjivost ove metode je do max. dubine od 60 promjera pilota u dobrim uvjetima, a u velikom broju slučajeva samo do dubine od 30 promjera. Oštećenja ispod ove granične dubine nije moguće ustanoviti. Također nije moguće detektirati mala oštećenja unutar pilota, bilo u horizontalnom ili vertikalnom smjeru, te niti njegov eventualni horizontalni položaj. Određena duljina pilota uvelike ovisi o pretpostavljenoj valnoj brzini. Ispitivanje ne pruža nikakve podatke o nosivosti pilota. Ne daje odgovor na pitanje da li su defekti uzrokovani promjenom kvalitete betona ili promjenom poprečnog presjeka. Piloti kod kojih su uočene deformacije u strukturi moraju se ili dodatno ispitati statičkim i/ili dinamičkim ispitivanjima ili jezgrovanjem tijela pilota i temeljne stijene u slučaju temeljenja u istoj, sanacijom injektiranjem ili u krajnjem slučaju izvedbom novog pilota.

Kod vibracijske metode (**Vibration Method - VB**) pilot je izlaže vibracijama koje su generirane vibratorom, odnosno oscilatorom, na glavi pilota, pri čemu se mogu stvarati valovi različitih frekvencija. Mjerenjem se snima primjenjena sila, te odgovor glave pilota u obliku njegove brzine, za različite frekvencije. Prednost ove metode je u kvantitativnim rezultatima, dok su nedostaci u kompliciranom i skupom postupku, koji zahtijeva da se oscilator kruto poveže sa glavom pilota, te da ima dovoljnu snagu da izazove pojavu rezonancije u pilotu. Kao i kod **PEM** metode, interpretaciju je potrebno obaviti od strane vrlo iskusnog inženjera. Ne postoji jedinstven odnos između rezonantne frekvencije i načina promjene vrijednosti impedancije pilota (kao što je promjena impedancije kod povećanja ili smanjenja poprečnog presjeka). Izlazni rezultati se prikazuju u obliku Mobilnost i Dinamička Krutost Pilota. Nakon izvođenja Fourier-ove transformacije računa se mobilnost pilota kao omjer brzine i sile, te se prikazuje u funkciji frekvencije. Rezonantna frekvencija ukazuje na



ukupnu duljinu pilota ili na udaljenost do promjene impedancije pilota (odnosno, promjenu poprečnog presjeka). Vršna vrijednost mobilnosti pilota se pojavljuje na frekvenciji koja ima pozitivnu promjenu u brzini (povećanje brzine), a uzrokovana je refleksijom na bazi pilota ili na srednjoj vrijednosti redukcije impedancije. Nadalje, dijeljenjem spektra brzine sa spektrom frekvencije utvrđuje se pomak pilota, a dijeljenjem vrijednosti sile sa pomakom na određenoj frekvenciji računa se krutost pilota. Tako npr. u praksi se vrijednosti niskih frekvencija se dijele sa pripadnom mobilnošću pilota, što rezultira dinamičkom krutosti pilota, E_d . Slab odgovor baze pilota ukazuje na velik otpor koje pruža temeljno tlo/stijena, što implicira da ima veliku nosivost. Međutim, to također može biti i rezultat prigušenja signala zbog utjecaj temeljnog tla/stijene ili samog pilota, te se takvi rezultat mogu smatrati samo kvantitativnim indikatorom nosivosti pilota.

Metoda promjenjivog odgovora (**Transient Response Method - TRM**) također predstavlja jednu od najčešće korištenih metoda nerazornog ispitivanja pilota. Konceptualno je vrlo slična **PEM** i **VB** metodama, gdje se pobuda pilota uzrokuje udarcem čekića. U suštini daje iste izlazne rezultate kao i **VB** metoda (mobilnost i krutost pilota), ali zahtijeva mnogo jeftiniju opremu od nje, te je sam postupak vrlo jednostavan. Udarac čekića je instrumentiran (vrši se kontrola nad generiranim valom), pri čemu je omogućeno mjerenje generirane sile na glavu pilota u odnosu na njegovo gibanje. Analiza signala je vrlo slična kao i kod **VB** metode, gdje su frekvencije u funkciji težine čekića. Dodatno je moguć prikaz brzina i sile pilota u funkciji vremena, što može biti jako korisno kod interpretacije rezultata. Ovom metodom moguće je prikupiti više informacija o kvaliteti pilota nego **PET** metodom, što osigurava otkrivanje mogućih defekata i u blizini glave pilota, te, kao što je i već navedeno, mobilnost i krutost pilota. U usporedbi sa **PET** metodom, ovo ispitivanje zahtijeva korištenje malo skuplje opreme, te za njega važe i ista ograničenja. Kod sve tri navedene metode (**PEM**, **VM** i **TRM** metode) moguć je znatan utjecaj ugrađene armature pilota na dobiveni spektar, te je potrebno koristiti za to pogodne metode filtriranja šuma.

Osim gore opisanih i u praksi najčešće korištenih metoda, u manjoj mjeri se koriste i sljedeće metode: "Case" metoda (**Case Method - CM**), "Cross-hole" ispitivanje (**Cross-hole Sonic Logging - CSL**), "Single-hole" ispitivanje (**Single-hole Sonic Logging - SHSL**), Gama-Gama sondiranje (**Gamma-Gamma Logging - GGL**), termalno sondiranje cjelovitosti pilota (**Thermal Integrity Profiling - TIP**), paralelno seizmičko ispitivanje (**Parallel Seismic Test - PST**) i paralelno induktivno terensko ispitivanje (**Parallel Inductive Field Test - PIFT**). Kao takve su tehnološki složenije od navedenih, zahtijevaju sofisticirane analize, te su u krajnjem slučaju i nešto skuplje.

Ispitivanje cjelovitosti pilota na predmetnoj lokaciji

U konkretnom slučaju se odabire ispitivanje **PIT** metodom. Ispitivanjem cjelovitosti pilota **PIT** metodom se dokazuje njihov kontinuitet (integritet), odnosno dokazuje se da nemaju značajnijih

promjena u poprečnom presjeku, te mogućih strukturalnih oštećenja (veće pukotine, diskontinuiteti itd.). Osim navedenog, ispitivanjem je moguće ustanoviti i kvalitetu ugrađenog betona, odnosno prisutnost defektnih zona, odnosno zona manje krutosti od tražene, npr. kvalitetu betona glave i baze pilota (što je vrlo bitno zbog efikasnog prijenosa opterećenja u temeljno tlo, kvalitetu temeljnog tla/stijene na dnu pilota, itd.). Ovim nerazornim ispitivanjem se omogućava otkrivanje većih oštećenja pilota korištenjem jako osjetljivih senzora-akcelometara (ispitivanje se uglavnom vrši jednim akcelometrom) na glavi pilota. Glava pilota mora biti kvalitetno izvedena. Prekomjerni beton je potrebno nakon betoniranja obiti, a glavu pilota, odnosno bar jedan dio njegove površine, mora biti u velikoj mjeri horizontalan i fino obrađen (potrebno je odabranu površinu obraditi grubim i finim brusnim papirom za kamen). Kontrolu glave pilota nakon obijanja mora obaviti nadzorni inženjer, te vizualnim pregledom ustanoviti kvalitetu betona. Ako se ustanovi prisutnost "lošeg" materijala (npr. prisustvo materijala iz nasipa) potrebno je nastaviti obijanje do kvalitetnog betona, te ponovno obaviti betoniranje. Loša kvaliteta, odnosno krutost glave pilota, može uvelike utjecati na rezultate ispitivanja cjelovitosti pilota. Prije polaganja senzora na površinu pilota potrebno je dno istih premazati viskoznom smjesom, npr. smjesom na bazi vazelina. Senzori su spojeni na uređaj (prijenosno ili ručno računalo), koji služi za akviziciju podataka, a ujedno je i A/D pretvarač (Slika 41).



Slika 41. Ručno računalo za akviziciju podataka, te prikaz postupka ispitivanja

Nakon obavljenih pripremnih radnji, slijedi udar čekića kojim se generira tlačni val, koji putuje brzinom "c". Masa čekića je uglavnom 0.5-5 kg, gdje se sa čekićem manje mase lakše rukuje, dok se masivnijim čekićem mogu prenijeti veće energije na glavu pilota. Ovakav udar čekićem generalno može uzrokovati ubrzanje pilota od cca. 10-100g, deformacije pilota od 10^{-5} , valne brzine od cca. 30 mm/s, te pomake pilota od 0.03 mm (ovi podaci predstavljaju karakteristične vrijednosti, dok stvarne vrijednosti mogu znatno varirati od navedenih). Korištenje manjih čekića, a samim time i generiranje uskih i oštih udaraca, su puno pogodniji za ovakvu vrstu ispitivanja, nego kod korištenja većih i masivnijih čekića. Međutim, kako se frekvencija sadržana u generiranom impulsu povećava, dolazi do gubitka energije vala tijekom njegove propagacije kroz tijelo pilota, zbog čega se gubi na

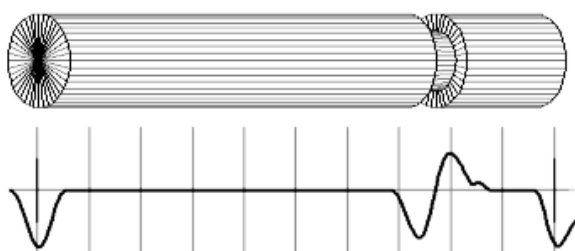


mogućnosti ispitivanja pilota većih duljina. Tijekom ispitivanja pogodno bi bilo korištenje više različitih čekića (različitih masa), pri čemu korištenje manjih čekića može osigurati veću rezoluciju, odnosno detaljniju sliku o promjeni impedancije (promjena impedancije je u funkciji promjene poprečnog presjeka, krutosti betona ili okolnog tla/stijene) duž pilota, dok korištenje masivnijih čekića osigurava pojavu refleksije na dnu pilota (zbog promjene u krutosti na kontaktu pilota i temeljnog tla/stijene), odnosno utvrđivanje duljine samog pilota. Preferira se korištenje čekića srednje veličine. Ako udarac čekića uzrokuje oštećenje na glavi pilota, tada dolazi do šuma u signalu, zbog utjecaja neelastičnih i neponovljivih valova. Zbog toga je potrebno na mjestu udarca čekića položiti materijal, koji ima manju krutost od betona, ali ipak dovoljnu za prijenos generiranog impulsa. Na taj način se osigurava efikasno generiranje impulsa, odnosno vala, što omogućava učinkovito ispitivanje, te interpretaciju rezultata. Frekventni spektar generirane sile od udarca čekića bi trebala biti glatka, monotono opadajuća funkcija. Manje masivniji čekići pokazuju tendenciju razvoja frekventnog spektra, koji nije monoton, i to u slučaju kad je ručka relativno kruta i teška (slika 42a). Takve varijacije u frekventnom spektru generirane sile mogu štetno utjecati na pokretljivost krivulje u bitnom za interpretaciju frekventnom rasponu. Podešavanjem svojstava ručke čekića moguće je popraviti njegov odgovor (slika 42b).



Slika 42. a) Frekventni spektar "normalnog" čekića, **b)** Frekventni spektar nakon podešavanja ručke čekića

Nakon generiranja, val putuje kroz pilot. Ako je beton pilota homogen, tada će val putovati približno istom brzinom. Kada val naiđe na promjenu poprečnog presjeka (Slika 43), ili na promjenu u kvaliteti betona na određenoj dubini x ili na promjenu u krutosti okolnog tla/stijene, dolazi do refleksije vala, odnosno generiranja povratnog (transverzalni (posmični) ili vlačni val kod smanjenja poprečnog presjeka, te longitudinalni (uzdužni) ili tlačni val kod povećanja poprečnog presjeka) vala, koji se vraća prema glavi pilota, gdje postavljeni akcelometri u realnom vremenu bilježe njegove fizikalne karakteristike (reflektogram).



Slika 43. Karakteristična promjena brzine vala ili impedancije pilota tijekom promjene poprečnog presjeka



Vrlo jasan signal na bazi pilota, skupa sa stacionarnim (monotonim) spektrom tragova brzina između mjesta generiranja vala i baze pilota, ukazuje na kvalitetno izveden pilot. Znatna varijacija u spektru brzina ukazuje na promjenu u poprečnom presjeku pilota, na promjenu u krutosti betona ili na promjenu u otporu temeljnog tla/stijene. Na primjer, relativno povećanje brzine u glavi pilota može biti rezultat ili smanjenja poprečnog presjeka pilota ili zbog prisutnosti sloja mekog tla. Ova metoda u osnovi ima dvije nepoznanice, duljinu pilota "L" i brzinu širenja generiranih valova kroz pilot "c". Ova brzina je u funkciji modula elastičnosti betona pilota pri malim deformacijama "E", te njegovoj gustoći.

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

gdje su: c - brzina reflektiranog vala [m/s]

E - Young-ov modul elastičnosti betona pri malim deformacijama [N/m²]

ρ - gustoća betona [kg/m³]

Poznato je da gustoća betona loše kvalitete odgovara onoj betona visoke kvalitete. Međutim, takav odnos ne vrijedi za krutost betona, gdje je krutost betona loše kvalitete značajno manja od krutosti betona visoke kvalitete, a što implicira da je brzina širenja valova proporcionalna krutosti betonu. U velikom broju slučajeva duljina pilota se može odrediti sa velikom pouzdanošću. Sa tim podatkom operator podešava valnu brzinu, dok ne postigne poklapanje duljine pilota i odgovor na njegovoj bazi. Prema tome postoje dva pristupa interpretaciji rezultata:

1. pretpostavlja se točno poznavanje duljine pilota, gdje se brzina širenja valova kroz pilot direktno računa iz razlike vremena generiranja vala i njegove refleksije na bazi pilota,
2. ako duljinu pilota nije moguće točno odrediti, tada se pretpostavlja brzina širenja valova kroz pilot na osnovu ispitivanja referentnog pilota sa predmetne lokacije (kako brzine širenja valova kroz pilot normalno variraju u ± 5-10 %, tada je za očekivati da će i iz njih izračunate duljine pilota također varirati)

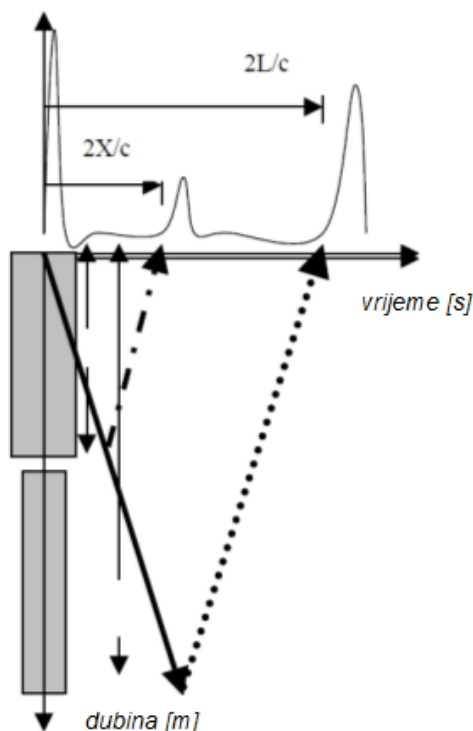
Generirani val putuje prema bazi pilota, te se reflektira u ovisnosti o defektima, koji se nalaze na njegovom putu (promjene u poprečnom presjeku, kvaliteti betona pilota ili krutosti okolnog tla/stijene). Refleksija uzrokuje smanjenje energije vala. Vrijeme potrebno za ponovni dolazak povratnog reflektiranog vala do glave pilota, odnosno do senzora, u funkciji je dvostruke udaljenosti senzora do mjesta refleksije vala, odnosno položaja oštećenja pilota, i same valne brzine "c" (Slika 44).

$$t = \frac{2 \cdot x}{c}$$

gdje su: t - vrijeme putovanja reflektiranog vala do akcelometra [s]

x - udaljenost defektnog mjesta od glave pilota [m]

c - brzina reflektiranog vala [m/s]



Slika 44. Shematski prikaz refleksije vala u pilotu

Ako je pilot bez defekta, tada val putuje bez značajnijeg gubitka energije, te u pravilu tek na kontaktu baze pilota i temeljnog tla/stijene dolazi do njegove refleksije. Reflektiran val dalje putuje prema glavi pilota, gdje akcelometri bilježe njegov nailazak. Vrijeme potrebno od generiranja tlačnog vala, do njegove refleksije, te ponovnog povratka do senzora na glavi pilota, jednaka je omjeru dvostruke duljine pilota i valne brzine (Slika 44):

$$t = \frac{2 \cdot L}{c}$$

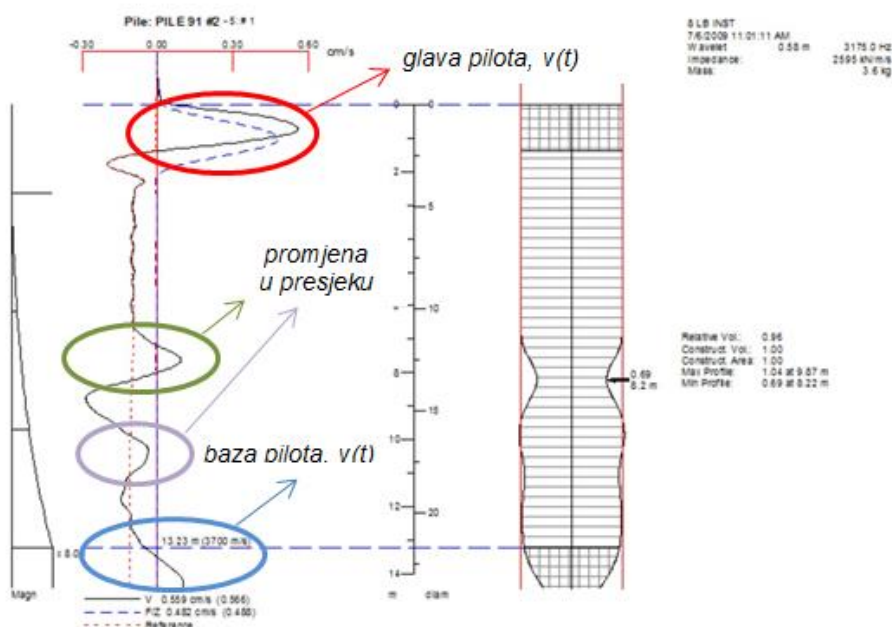
gdje su: t - vrijeme putovanja reflektiranog vala do akcelometra [s]

L - duljina pilota [m]

c - brzina reflektiranog vala [m/s]

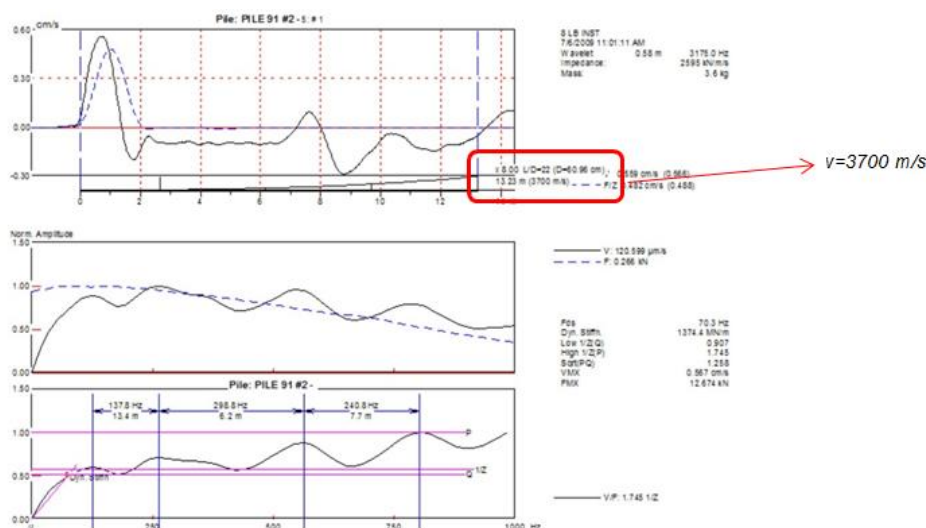
Smanjenje poprečnog presjeka pilota ili kvalitete betona generira transversalni val (posmični ili vlačni), dok veći otpor tla i povećanje poprečnog presjeka pilota generira longitudinalni (uzdužni ili

tlačni) val. Piloti s značajno različitim poprečnim presjecima mogu praviti poteškoće kod interpretacije rezultata, npr. kod razlikovanja refleksija sa pukotina u betonu (diskontinuiteta) ili refleksija uzrokovanih oblikom pilota. Međutim, ako se ispituje veći broj pilota, lakše je uočiti te nepravilnosti u njihovom odgovoru, te je takve pilote sa mogućim defektima u strukturi lakše odabrati za daljnja ispitivanja. Na jednom pilotu ispitivanje je potrebno obaviti više puta, gdje se na ekranu ručnog uređaja gleda kvaliteta primljenog signala, te se odabiru najkonzistentniji rezultati, koji se u konačnici uprosječu (stack). Snimljeni signal, odnosno vrijednosti ubrzanja, se integriranjem pretvara u funkciju odnosa brzine u vremenu, te se prikazuje na ekranu uređaja kao krivulja odnosa brzine vala i duljine pilota (za poznatu valnu brzinu) kao što je prikazano na slici 45.



Slika 45. Karakteristični prikaz izlaznih rezultata u vremenskoj domeni

Dobivene rezultate iz vremenske domene moguće je Fourier-ovom transformacijom prebaciti u frekventnu domenu, u kojoj je također moguće detektirati promjene u poprečnom presjeku pilota i kvaliteti betona (Slika 46).



Slika 46. Karakteristični prikaz izlaznih rezultata u frekventnoj domeni

Može se zaključiti da interpretacija rezultata u vremenskoj i frekventnoj domeni omogućava donošenje vrlo sličnih zaključaka, tako da se ne može posebno izdvojiti ni jedna od njih, iako je interpretacijom u frekventnoj domeni moguće ustanoviti i promjenu u krutosti glave pilota. Krutost glave pilota ne treba miješati sa nosivosti samog pilota. Pregledom reflektograma svih pilota na jednoj lokaciji moguće je izdvojiti one sa manjim brzinama, odnosno one sa manjom kvalitetom betona. U tom slučaju potrebno je ili provesti dodatna ispitivanja ili dodatno obiti glavu pilota do "zdravog" betona, te ponovno obaviti betoniranje. Iz rezultata ispitivanja je moguće izračunati prosječnu valnu brzinu na bazi pilota, kojom se može odrediti kvaliteta ugrađenog betona u pilot. Taj podatak je sastavni dio svakog reflektograma, npr. kao na slici 46, gdje izmjerena brzina iznosi 3700 m/s, što prema tablici 19 označava beton dobre kvalitete.

Tablica 19. Kvaliteta betona u ovisnosti o prosječnoj valnoj brzini u betonu

Kvaliteta betona	Prosječna valna brzina u betonu
loša	< 2700 m/s
prihvatljiva	2700 - 3300 m/s
dobra	3300 - 3800 m/s
vrlo dobra	3800 - 4000 m/s
odlična	4000 - 4200 m/s
nije moguća u normalnim uvjetima	> 4200 m/s

Oblik snimljenog signala (reflektograma) omogućava kvalitativnu procjenu cjelovitosti pilota. Međutim, interpretacija signala se mora obaviti u odnosu na geomehanički profil tla/stijene u kojem je pilot temeljen i metodi izvedbe samog pilota. Otpor, odnosno trenje na plaštu pilota, igra važnu ulogu u prigušenju valnog signala, gdje do valne refleksije također dolazi na granicama slojeva.



Zbog ovog razloga je neophodno da operator ima podatke o temeljnom tlu/stijeni, te o metodi izvedbe pilota.

Kako se generirani val giba kroz pilot pobuđuje čestice na svom putu, što uzrokuje njihovo gibanje određenom brzinom, koja se naziva brzina čestice. Generirana sila "F" u određenom presjeku pilota, uzrokovana gibanjem generiranog vala, je u funkciji brzine čestica "v" u tom presjeku pilota:

$$F = Z \cdot v$$

gdje su: F - sila u promatranom presjeku pilota [N]

Z - impedancija pilota u promatranom presjeku [Ns/m]

v - brzina čestica u promatranom presjeku pilota [m/s]

gdje je impedancija Z je produkt površine poprečnog presjeka pilota "A", Young-ovog modula elastičnosti pilota "E", podijeljena sa brzinom reflektiranog vala "c".

$$Z = \frac{E \cdot A}{c} = A \cdot \sqrt{E \cdot \rho}$$

gdje su: Z - impedancija pilota u promatranom presjeku [Ns/m]

E - Young-ov modul elastičnosti betona pri malim deformacijama [N/m²]

A - poprečni presjek pilota [m²]

c - brzina reflektiranog vala [m/s]

ρ - gustoća betona [kg/m³]

Prema tome, impedancija "Z" je mjera koja ukazuje na kvalitetu i veličinu promatranog poprečnog presjeka pilota. Redukcija u vrijednosti impedancije može biti zbog smanjenja poprečnog presjeka ili zbog smanjenja kvalitete betona (krutosti i čvrstoće betona).

Kao što je već navedeno, generirana sila "F" u određenom presjeku pilota je u funkciji brzine čestica "v", koje je uzrokovana gibanjem generiranog vala. Ako val, koji svojom brzinom izaziva silu F_{dolje} u promatranom presjeku, na svom putu prema bazi pilota naiđe na promjenu u vrijednosti impedancije pilota, dolazi do pojave refleksije vala. Npr. ako se u promatranom presjeku promjeni vrijednost impedancije od Z_1 do Z_2 , tada dolazi do refleksije gibajućeg vala, koji svojom brzinom u promatranom presjeku pilota izaziva silu F_{gore} . Vrijednost sila (F_{dolje} i F_{gore}) prije i nakon refleksije su u funkciji promjene impedancije:

$$F_{\text{gore}} = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} \cdot F_{\text{dolje}}$$



gdje su: F_{gore} - sila u pilotu uzrokovana početnim valom [N]

F_{dolje} - sila u pilotu uzrokovana reflektiranim valom [N]

Z_1 - vrijednost impedancije pilota u promatranom presjeku [N×s/m]

Z_2 - impedancija pilota u promatranom presjeku [N×s/m]

Kao što se može zaključiti iz gornjeg odnosa, vrijednost sile uzrokovana reflektirajućim valom, ovisi o ostvarenoj razlici impedancije pilota, te u ovisnosti o predznaku te razlike ($Z_2 - Z_1$) dolazi do generiranja vlačnih ili tlačnih valova. Kako je prema dolje putujući val u pravilu tlačni val, reflektirani val će biti vlačni samo u slučaju kada dolazni val putuje iz područja visoke u područje niske impedancije ($Z_1 > Z_2$), te tlačni u slučaju kada dolazni val putuje iz područja niske u područje visoke impedancije ($Z_2 > Z_1$). Vrijedi naglasiti da se **PET** metodom utvrđuje promjena u impedanciji pilota, koja je u funkciji površine poprečnog presjeka pilota "A", Young-ovog modula elastičnosti pilota "E", te gustoće betona "p". Refleksiju vala, osim promjene u impedanciji promatranog poprečnog presjeka pilota, može uzrokovati i varijacija u otporu tla/stijene po plaštu pilota. Međutim, zbog varijacije u otporu tla/stijene dolazi do refleksije valova niskih frekvencija, te će iskusni inženjer, uvidom u spektre ispitivanja, odmah uočiti takve valove, što u konačnici rezultira i ispravnom interpretacijom. Intenzitet defekta, odnosno promjena impedancije, se kvantificira parametrom β , koji je definiran kao odnos tih dviju impedancija Z_1/Z_2 . Korištenjem smjernica iz tablice 20 moguće je klasificirati oštećenja pilota prema vrijednosti parametra β .

Tablica 20. Klasifikacija oštećenja pilota prema vrijednosti faktora β

β [-]	Razina oštećenja pilota
1.0	Pilot cjelovit
0.8 - 1.0	Pilot manje oštećen
0.6 - 0.8	Pilot oštećen
< 0.6	Pilot sa značajnim oštećenjima

Iako se defekti u pilotu na prvi pogled mogu vrlo brzo odrediti iz idealiziranih **PIT** zapisa (spektri brzine ili impedancije u vremenu), realna interpretacija tih zapisa može biti vrlo teška i komplicirana, u prvom redu zbog:

- prigušenja tlačnog vala (gubitak energije) na putu prema bazi pilota, što u konačnici može uzrokovati nemogućnost detektiranja refleksija akcelometrima, a time i defekata
- prisutnost refleksija zbog različitog otpora temeljnog tla/stijene duž plašta pilota
- maskiranja refleksija, zbog defekata uzrokovanim refleksijama na mjestima povećanja poprečnog presjeka pilota



- druge smetnje (šumovi) u prikupljenim podacima, npr. zbog nepravilnog (nedovoljnog) obijanja glave pilota, loše fiksiranje akcelometara za plašt pilota itd.

Kao i sve druge "indirektne" metode, ova nerazorna metoda također ima određena ograničenja, interpretacija reflektograma nije uvijek jednostavna, te uvelike ovisi o jasnoći signala i refleksijama, a koje se smanjuje u slučaju temeljenja u materijalu velike čvrstoće, neuniformnosti pilota i/ili povećanjem duljine pilota. Kao pomoć pri interpretaciji reflektograma predložen je jednostavan klasifikacijski sustav (Rausche i dr., 1994) od 4 kategorije (tablica 21), koji je poslije, zbog određenih zabuna i dvosmislenosti, zamijenjen proširenim sustavom (Webster i dr., 2011) sa 7 kategorija, a prikazan je u tablici 22.

Tablica 21. Klasifikacijski sustav za određivanje oštećenja pilota prema GRL Engineers Inc.

Klasa	Naziv klase	Opis reflektograma	Mjere sanacije
A	Dobar pilot	Jasan signal na bazi pilota, bez jasnih defekata, pilot "zvoni"	Bez dodatnih mjera
B	Loš pilot	Jasna identifikacija ozbiljnih oštećenja pilota, bez signala na bazi pilota	Ispitivanje drugim metodama ili korektivne mjere (injektiranje...)
C	Pilot sa mogućim oštećenjima	Oštećenja su vjerovatno prisutna, ali im je nejasno porijeklo	Ponovno ispitivanje, smanjenje djelovanja ili izvedba novog pilota
D	Nejasni podaci	Loša kvaliteta glave pilota ili bez refleksija zbog vrlo krutog tla	Popravak glave pilota, te ponovno ispitivanje

Tablica 22. Prošireni klasifikacijski sustav za određivanje oštećenja pilota prema GRL Engineers Inc.

Klasa	Naziv klase	Komentar	
AA	Ustanovljen integritet pilota, pilot "zvoni"	Vrlo jasna refleksija sa baze pilota, koja odgovara izvedenoj duljini pilota, te prosječna valna brzina sa prihvatljivom vrijednošću, dobiveni reflektogrami iz ove klase mogu ukazati na prihvatljive varijacije u veličini i kvaliteti pilota.	
AB	Bez ozbiljnih oštećenja pilota	Dobiveni reflektogrami upućuju na zaključak da nije došlo do značajne promjene u veličini i kvaliteti pilota, te refleksiji sa baze pilota. Reflektogrami u ovoj klasi ne indiciraju na značajniji defekt, međutim niti ne upućuju na zaključak da je pilot u cijeloj njegovoj duljini bez mana.	
ABx	Bez ozbiljnih oštećenja pilota do dubine od X metara	Zbog ograničenja ove metode, interpretacija reflektograma za cijelu duljinu pilota nije moguća. Npr. vrlo dugi piloti, piloti temeljeni u tlu koje pruža velik otpor i/ili veća proširenja poprečnog presjeka pilota spadaju pod ovu kategoriju.	
PFx	Ustanovljena vrlo vjerovatna mana, na dubini od X metara	Vidljiva je vrlo jasna refleksija sa baze pilota, sa barem jednom refleksijom koja odgovara smanjenju poprečnog presjeka ili kvalitete betona pilota. Dodatne kvantitativne analize mogu pomoći u identifikaciji ozbiljnosti uočenih mana.	
PDx	Ustanovljen vrlo vjerovatni defekt, na dubini od X metara	Reflektogrami ukazuju na snažnu refleksiju, koja odgovara značajnoj redukciji poprečnog presjeka ili kvalitete betona pilota, nije vidljiva jasna refleksija sa baze pilota.	
IVx	Nejasni podaci ispod X metara, zbog neželjenih vibracija	Reflektogrami su vrlo nejasni zbog vibracija, koje su generirane radom građevinskih strojeva ili zbog masivnog armaturnog koša, potrebno je ponovno provesti ispitivanje	
IR	Nejasni podaci	Nije moguće interpretirati dobivene reflektograme zbog: - loše kvalitete glave pilota, niske čvrstoće betona (<i>ispitivanje se provelo prerano</i>), zbog čega je potrebno sanirati glavu pilota ili pričekati da beton očvrsne - planirane promjene u impedanciji ili veće pukotine u pilotu generiraju signal, koji sprječava identifikaciju signala sa baze pilota	



Potrebno je ispitati cjelovitosti svih izvedenih pilota (82 pilota). O provedenim ispitivanjima cjelovitosti potrebno je tijekom izvedbe ispitivanja žurno dostavljati preliminarne rezultate. Detaljnu obradu i interpretaciju rezultata treba ispostaviti po završenom ispitivanju u obliku završnog izvještaja.

U slučaju da se ustanove veći defekti pilota (npr. veće pukotine zbog prekida betoniranja, značajne promjene u promjeru pilota, loša kvalitete glave pilota itd.) potrebno je pristupiti sanaciji pilota. Sanacija se može izvesti bušenjem kroz tijelo pilota, te injektiranjem pod tlakom odgovarajućom injekcijskom smjesom ili u krajnjem slučaju izvedbom novog pilota.

3. Mjerenja pomaka geodetskim reperima

Pomoću ugrađenih geodetskih kontrolnih točaka - repera, određuje se stanje apsolutnih vertikalnih i horizontalnih komponenata pomaka točaka na zahvatu. Geodetska mjerenja se provode geodetskim metodama opažanja i instrumentima posebne namjene i odgovarajuće preciznosti mjerenja. Kontrola pomaka pokosa se vrši na 2 geodetska repera. Položaj geodetskih repera će odrediti nadzorni inženjer u dogovoru s projektantom, a sve u skladu sa zahtjevima u projektu i dinamikom izvođenja radova.

4. Mjerenja pomaka inklinometrom

Kontrola pomaka inklinometrom vrši se na 2 mjerna mjesta u AB pilotnoj stijeni. Inklinometri se ugrađuju u pilote, vežu se za armaturu i prolaze kroz naglavnu gredu. Nužna je pažljiva izvedba pilota koji ima ugrađeni inklinometar jer bi se isti mogao oštetiti. Nužno je predvidjeti i otvor u naglavnoj gredi kao i zaštitu ušća čeličnim poklopcem s lokotom. U fazi eksploatacije inklinometar mora biti dostupan za ispitivanje o čemu treba voditi računa prilikom izvedbe naglavne grede. Inklinometri za pilotnu stijenu su duljine 11 m.

Inklinometri koriste vertikalne bušotine za mjerenja horizontalnih pomaka tla s površine terena. Mjerenje se zasniva na mjerenju relativnih kuteva zaokreta u tlo ugrađenih PVC cijevi. Cijevi se injektiranjem ugrađuju u izvedene bušotine. Točnost inklinometra u terenskim uvjetima iznosi ± 0.1 mm/m. Princip mjerenja inklinometrom prikazan je na slici 47. Pomoću ojačanog električnog kabela inklinometarska sonda spušta se na dno bušotine. Inklinometarske cijevi imaju na sebi urezana dva para vodilica koje omogućavaju vođenje inklinometra bez zakretanja. Inklinometar na sebi ima ugrađene kotače koji ulaze u vodilice inklinometarskih cijevi. Ugrađeni gravitacijski senzor mjeri kut zaokreta inklinometarske sonde u odnosu na prostornu vertikalu. Povlačenjem sonde prema vrhu te očitanjem na svaki metar dobivaju se kutevi zaokreta inklinometarske cijevi u odnosu na vertikalu.

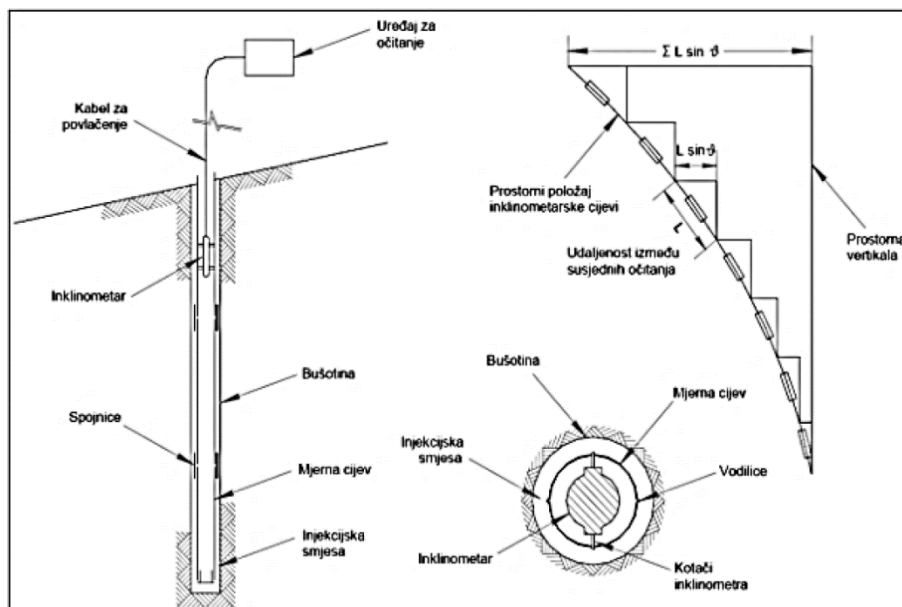
Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



Integriranjem kuteva zaokreta dobivaju se horizontalni pomaci inklinometarske cijevi. Kako prilikom ugradnje, inklinometarska cijev nije vertikalna u prostoru, prvo mjerenje uzima se kao referentno mjerenje, a svako sljedeće mjerenje predstavlja horizontalne pomake tla.



Slika 47. Princip mjerenja inklinometrom

Napomena:

Sva mjerenja (reperi i inklinometri) je potrebno obavljati kroz dvanaest mjeseci i to svaki tjedan prvog mjeseca od završetka izvedbe pilotne stijene, a ostala mjerenja nakon trećeg, šestog i dvanaestog mjeseca – ukupno 7 mjerenja. Time će se omogućiti praćenje deformacija pokosa u dužem periodu nakon izvedbe sanacije.

Zagreb, siječanj 2023.

Projektant:

prof.dr.sc. Meho Saša Kovačević, dipl.inž.građ.



Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



2.5. NADZOR I IZVJEŠĆE O IZVEDENIM RADOVIMA

2.5.1. Općenito

Sukladno Zakonu o gradnji, Investitor je dužan osigurati stručni nadzor građenja. Nadzorni inženjer je fizička osoba ovlaštena za provedbu stručnog nadzora građenja prema posebnom zakonu i propisima donesenim na temelju tog zakona, koji se provodi u ime Investitora. Prije početka predviđenih radova Nadzorni inženjer mora za svaki od ugrađenih elemenata zatražiti certifikate od izvođača radova. Nadzorni inženjer vodi računa da se izvedba građevine provodi u skladu sa smjernicama iz ovog projekta. U slučaju većih odstupanja od projektnih postavki, zapažanja Nadzornog inženjera su mjerodavna, pri donošenju odluke o modalitetima nastavka pojedinih radova. Nakon završetka radova, potrebno je sastaviti posebni izvještaj o svim izvedenim radovima s grafičkim priložima. Poseban naglasak u izvješću treba staviti na izmjene u odnosu na projektirana rješenja, ako ih je bilo.

2.5.2. Projektantski nadzor

Projektantski nadzor nad izvođenjem predmetnih radova obavlja Projektant osobno ili preko svojih suradnika. Taj nadzor vodi brigu da se radovi izvedu prema projektu i njegovim dopunama i sa svrhom koja proizlazi iz ovog projekta.

Projektantski nadzor je povremenog karaktera.

Kako na svim geotehničkim zahvatima sanacije mogu nastupiti okolnosti koje nisu bile poznate ili predviđene pri projektiranju mjera sanacije potrebno je da Projektant donosi odluke na licu mjesta i u kratkom vremenskom periodu kroz upis u građevinski dnevnik. Projektant ima pravo donositi odluke u slučaju kada se ukaže potreba da se izvrše izmjene pojedinih dijelova projekta, bilo po opsegu, postupku ili redoslijedu izvođenja radova.

Osim projektantskog nadzora koji je privremenog karaktera, potrebno je osigurati i stalni geotehnički nadzor.

Zagreb, siječanj 2023.

Projektant:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
dr.sc. Meho-Saša Kovačević
dip. inž. građ.
Ovlašten inženjer građevinarstva
G 3189

prof.dr.sc. Meho Saša Kovačević, dipl.inž.građ.



2.6. PRIKAZ PREDVIĐENIH MJERA ZAŠTITE OD POŽARA

Projektant, Investitor, proizvođači opreme i Izvoditelji radova, dužni su kod projektiranja, proizvodnje roba i opreme i izgradnje objekata primjenjivati mjere i normative zaštite od požara propisane odgovarajućim zakonom i propisima donesenim na temelju zakona.

Za vrijeme izvođenja radova potrebno je provesti sve propisane i važećom zakonskom regulativom predviđene mjere zaštite na radu i rukovanju s lako zapaljivim materijalima koji mogu izazvati požar. Takve materijale potrebno je držati udaljene od toplinskih izvora i otvorenog plamena, kako ne bi došlo do izbijanja požara. Za vrijeme gradnje Izvođač radova je dužan osigurati vatrogasno dežurstvo, odnosno promatračko javnu službu, odgovarajuću opremu i sredstva za gašenje požara. Pravne osobe koje su vlasnici, odnosno korisnici građevina, građevinskih dijelova i prostora te stručne službe, polazeći od vlastitih uvjeta i potreba, općim aktom utvrđuju mjere i poslove u svezi s provedbom i unapređenjem zaštite od požara:

1. mjere zaštite od požara kojima se otklanja ili smanjuje opasnost od nastajanja požara
2. organizaciju i djelokrug jedinice za zaštitu od požara
3. organizaciju promatranja, javljanja i uzbunjivanja o opasnostima od požara
4. organizaciju i način obavljanja unutrašnje kontrole te ovlaštenja i dužnosti radnika, koji vrše tu kontrolu
5. način upoznavanja radnika prilikom stupanja na rad ili rasporeda s jednog radnog mjesta na drugo opasnostima od požara na tom radnom mjestu kao i način obuke radnika o mjerama zaštite od požara i rukovanje opremom i sredstvima za gašenje požara
6. vrstu i količinu opreme i sredstava za gašenje požara raspored te opreme i sredstava kao i vrijeme i način ispitivanja njihove ispravnosti
7. stručnu spremu radnika koji obavljaju poslove zaštite od požara
8. zadatke radnika koji imaju posebna ovlaštenja i odgovornosti u pogledu provođenja mjera zaštite od požara
9. odgovornost radnika zbog nepridržavanja propisanih ili naređenih mjera zaštite od požara
10. dužnosti radnika u slučaju izbijanja požara i njihovo sudjelovanje u gašenju požara

Lako zapaljive materijale (eksploziv, benzin, nafta, razna ulja, boje i sl.) potrebno je čuvati u posebnim skladišnim prostorima, sigurnim od požara, a u svemu prema važećim propisima, odredbama, standardima i zakonima. Pri prevoženju, prenošenju i korištenju zapaljivih tekućina (goriva i slično) moraju se primjenjivati preventivne zaštitne mjere protupožarne zaštite. Električne instalacije, uređaji i oprema, moraju svojom kvalitetom kao i načinom izvedbe odgovarati važećim propisima i standardima. Budući da se glavni i pomoćni radovi pri izvođenju predmetnih radova izvode na otvorenom prostoru, a ugrađuju se klasični vatrootporni materijali negorivih požarnih

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



karakteristika i to na vanjskom prostoru u tlo, u ovom slučaju i u ovakvim uvjetima opasnost od požara je vrlo mala.

Kontrolu provedbe predmetnih mjera zaštite od požara provode Izvođač radova, Nadzorni inženjer, kao i ovlaštene predstavnici Investitora zaduženi za zaštitu od požara i ovlaštene predstavnici nadležnih državnih tijela. Nadzor nad provedbom mjera zaštite od požara utvrđenih Zakonom i propisima na temelju zakona obavljaju inspektori policijskih uprava i inspektori Ministarstva u sjedištu. Nakon završetka radova na sanaciji klizišta, potrebno je urediti gradilište i ukloniti sve ostatke građe i zapaljivih materijala, te okoliš dovesti u prvobitno stanje.

Zagreb, siječanj 2023.

Projektant:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA I ARHITEKATA
dr.sc. Meho-Saša Kovačević
dipl.inž.građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 3189

prof.dr.sc. Meho Saša Kovačević, dipl.inž.građ.



2.7. PRIKAZ TEHNIČKIH RJEŠENJA ZA PRIMJENU PROPISA ZAŠTITE NA RADU

Prema Zakonu o zaštiti na radu (NN 71/14, NN 118/14, NN 154/14, NN 94/18, NN 96/18) odabrana su tehnička rješenja, koja u cijelosti osiguravaju potpunu primjenu pravila zaštite na radu, kako bi se svim sudionicima osigurali uvjeti rada bez opasnosti za život i zdravlje ljudi.

Za vrijeme izvođenja radova na sanaciji klizišta potrebno je provesti sve propisane i važećom zakonskom regulativom predviđene mjere zaštite na radu, a koje se posebno odnose na:

- organizaciju i uređenje samog gradilišta
- organizaciju prostora za skladištenje materijala, opreme i strojeva
- organizaciju i lokaciju objekata namijenjenih boravku ljudi
- organizaciju transporta materijala, alata, strojeva, opreme i ljudi
- organizaciju pružanja prve pomoći u slučaju povrede radnika na radu i sl.
- ispravnost i pravilan način uporabe osobnih zaštitnih sredstava radnika (npr: zaštitni šljem, radno odijelo)
- sanaciju okoliša oko zahvata sanacije i gradilišta te dovođenje u stanje prije same izgradnje

Za provedbu svih mjera nadležna je i odgovorna uprava gradilišta. Kontrolu provedbe ovih mjera provodi rukovoditelj gradilišta, Nadzorni inženjer i ovlašteni predstavnici nadležnih državnih tijela.

Tehničke mjere zaštite za vrijeme uporabe odnose se na sigurnost predmetne građevine. Sve ove mjere dane su projektom, a zasnovane su na propisima koji se odnose na tip i namjenu građevine kao i na upotrijebljene materijale u samoj konstrukciji građevine.

Osiguranje granica gradilišta prema okolini

Gradilište mora biti osigurano od pristupa osoba koje nisu zaposlene na gradilištu.

Na ulazu u gradilište bit će postavljena ploča s naslovom i adresom objekta te naslovom i adresom izvođača radova u sljedećoj formi:

INVESTITOR:	
GRAĐEVINA:	
PROJEKTANT:	
IZVODITELJ:	
NADZOR:	
GRAĐ. DOZVOLA:	KLASA: UR.BR.:



Na ulazu na gradilište postaviti će se upozorenje o zabrani ulaska nezaposlenim osobama. Oko objekta u izgradnji na više vidljivih mjesta postaviti table upozorenja :



Određivanje i održavanje radnih prostorija, garderoba, sanitarnih čvorova i smještajnih objekata na gradilištu

Svaki izvođač radova dužan je za svoje radnike osigurati radne prostorije garderobe i sanitarne prostore u kvaliteti i količini prema broju i spolu radnika.

Garderoba je predviđena u građevinskom kontejneru, a sanitarni čvor kao kemijski.

Također je potrebno osigurati prehranu i prijevoz radnika na gradilište i sa gradilišta.

Na privremenom gradilištu potrebno je osigurati prostor za skladištenje građevinskog materijala. Materijal ne smije biti složen tako da ometa i ograničava kretanje radnika i vozila ili da sužava predviđene prolaze, prilaze i radne podeste. Prostor za odlaganje materijala potrebno je označiti.

Određivanje prometnih komunikacija, evakuacijskih putova i nužnih izlaza s uputama za održavanje

Prometnicom se dovozi materijal sanacije, a na trajnu deponiju se odvozi materijal s klizišta. Prilikom izlaska vozila iz kruga gradilišta vozač mora pregledati vozilo i očistiti materijal koji bi mogao pasti na prometnicu.

Za potrebe korištenja prometnice koja se nalazi iznad klizišta, Izvođač mora ishoditi sve potrebne dozvole.

Eventualne rampe i kosi prilazi i prolazi moraju biti izrađeni od čvrstog i zdravog materijala i održavani za cijelo vrijeme građenja u ispravnom stanju. Postavljene rampe i kosi prilazi i prolazi moraju biti prije upotrebe i u toku radova pregledani od rukovoditelja radova ili druge određene osobe. Rampe i kosi prilazi i prolazi sastavljeni od više elemenata moraju djelovati kao cjelina i biti poduprti tako da se spriječi prekomjerni ugib odnosno ljuljanje. Mosnice (fosne), kao i ostali elementi rampi i kosih prilaza prolaza (nosači i dr.) moraju se dobro međusobno i u cjelini pričvrstiti za svoje podloge odnosno oslonce. Ako se rampe i kosi prilazi i prolazi upotrebljavaju za prijenos materijala,



njihova širina ne smije biti manja od 60 cm. Nagib rampi i kosih prilaza i prolaza ne smije biti veći od 40%. Rampe i kosi prilazi i prolazi na gornjoj površini moraju imati pričvršćene letvice dimenzije 28 x 48 mm u jednakim razmacima do najviše 35 cm. Rampe i kosi prilazi i prolazi na visini većoj od 100 cm iznad tla odnosno poda etaže ili skele, moraju biti ograđeni čvrstom zaštitnom ogradom visine najmanje 100 cm. Rampe i kosi prilazi i prolazi moraju se postavljati odnosno naslanjati na čvrste nosače izrađene prema postojećim propisima za drvene noseće konstrukcije i predviđenom opterećenju. Naslanjanje rampi i kosih prilaza i prolaza na nestabilne elemente objekta u gradnji ili na gomile materijala, zabranjeno je. Rampe i kosi prilazi i prolazi moraju se održavati u ispravnom stanju i povremeno čistiti od prosutog materijala. Mokra i klizava mjesta na njima moraju se posipati pijeskom ili na drugi način osigurati od klizanja. Oštećene i nedovršene rampe, kosi prilazi i prolazi ne smiju se koristiti.

Način obilježavanja opasnih mjesta - opasne zone

Opasnim prostorima na gradilištu smatraju se mjesta i prostori na kojima postoji povećana opasnost od povređivanja tj. opasnost po život i zdravlje radnika. Takva mjesta nastaju prilikom izvođenja radova na više nivoa, te kod radova na visini ili dubini kao i kod uporabe strojeva na motorni ili električni pogon.

Sva opasna mjesta na gradilištu moraju biti obilježena postavljanjem znakova sigurnosti ili zastavica uočljivih boja.

Mjesta na gradilištu gdje postoji stalna i povremena opasnost moraju se na jasan i razumljiv način obilježiti pločama upozorenja i uputama.

Opasne zone na gradilištu su:

- djelokrug rada građevinskog stroja, vozila i dizalice
- izvođenje radova na iskopima i nasipavanjima

Opasne zone bit će obilježene tablama upozorenja "Zabranjen pristup u djelokrug rada stroja", "Zabranjen prolaz ispod visećeg tereta", "Opasnost od visokog napona", "Opasnost od eksplozije". Radovi na visini će se osigurati radnom skelom, zaštitnim ogradama i upotrebom zaštitnih opasača za rad na visini na mjestima montaže i gdje ne postoje zaštitne ograde.

I. zona opasnosti se nalazi uz sami nasip unutar zone potencijalnih nestabilnosti samog zasjeka, djelokrugu rada stroja, radovi na montaži i radovi na postavljanju i demontaži oplata i radnih skela.

Unutar I. zone opasnosti smiju se izvoditi radovi samo uz posebna osiguranja (osnovna pravila zaštite na radu), a radnici na takvim mjestima moraju imati stručnu, zdravstvenu i psihičku sposobnost za rad u I. zoni opasnosti. Izvođenje radova u prvoj zoni opasnosti smije se izvoditi pod neposrednom kontrolom ovlaštenika. II. zona opasnosti obuhvaća ostali radni dio na gradilištu a



obavezno primjenjivati osnovna i posebna pravila zaštite na radu (prometnice, osvjetljenja, radne površine, zaštitna uzemljenja).

Način prijevoza, prijenosa, utovara, istovara i odlaganja raznih vrsta materijala i teških voluminoznih predmeta

Vozila za rad moraju biti tehnički ispravna i opremljena u skladu s postojećim propisima. Prije utovara i istovara tereta, vozilo treba zakočiti. Prije nego što se pristupi otvaranju ili zatvaranju sanduka vozila, treba provjeriti položaj tereta. Po završenom utovaru i istovaru, vozač je dužan pregledati da li je teret pravilno smješten, odnosno da li je sanduk vozila osiguran kod otvaranja. Vozači su dužni pridržavati se svih prometnih znakova na gradilištu.

Rukovanje sipkim materijalima kao što su: zemlja, pijesak, šljunak, kamen, treba se po mogućnosti obavljati mehaniziranim sredstvima, prilikom čega radnici koji se nalaze u blizini moraju se odmaknuti, a vozač mora izaći iz kabine. Vozač vozila prije istovara tereta treba upozoriti radnike da se sklone, provjeriti da se iza vozila nitko ne nalazi i tek tada smije započeti s istovarom. Sipki materijal se smije utovarivati u vozilo samo u visini sanduka vozila.

Terete koji strše izvan vozila treba obilježiti crvenim krpama, a za noćnu vožnju svjetlećim oznakama.

Ako se istovremeno transportiraju raznovrsni tereti, teže terete ili terete većih površina treba staviti na dno sanduka, a lakše iznad njih.

Građevinski strojevi moraju se istovariti po vodilicama. Građevinski strojevi transportiraju se na labudicama na kojoj se nalazi rampa za utovar odnosno istovar.

Na poslovima ručnog transporta dozvoljen je rad samo onim radnicima koji imaju najmanje 18 godina i koji su zdravstveno sposobni za obavljanje poslova ručnog prenošenja tereta te koji su osposobljeni za rad na siguran način. Najveća dozvoljena masa tereta (u kg) propisana je obzirom na spol i dob radnika. Maksimalna dozvoljena masa tereta kojeg smiju ručno prenositi radnici životne dobi od 19 do 45 godina, iznosi 50 kg. Ukupno radnik smije, najkraće u dva sata premjestiti samo 1000 kg najtežeg tereta s time da istog dana ne smije biti opterećen dodatnim radom na prenošenju. Ukoliko su tereti lakši od najvećih dozvoljenih masa tereta propisanih obzirom na spol i dob radnika, te ukoliko se takvi lakši tereti prenose ponavljajuće ili dugotrajno, opterećenost radnika se računa po posebnoj propisanoj metodi prema Pravilniku o zaštiti na radu pri ručnom prenošenju tereta (NN br. 42/05). Radnici iznimno smiju prenositi terete mase veće od najveće dozvoljene obzirom na spol i dob radnika, ukoliko je hitno potrebno prenošenje ljudi te kada je prenošenje potrebno obaviti u prostorima gdje ugradnja mehaničkih pomagala nije moguća zbog specifičnih zahtjeva, kao ni mogući istovremeni rad dovoljnog broja radnika, čime bi se težina tereta jednakomjerno raspodijelila. Isto tako, poslodavac mora, kad god je to moguće, ručno prenošenje tereta zamijeniti s primjerenom radnom napravom, pomagalima i primjerenim mehaničkim



pomagalima. Zabranjen je kombinirani način (ručni i mehanizirani istovar ili utovar) materijala istovremeno. Prilikom utovara materijala u sanduk vozila potrebno je voditi računa o stabilnosti tereta. Teži predmeti veće površine trebaju se slagati na dno vozila, a lakši predmeti iznad njih.

2.7.1. Opasnosti koje proizlaze iz procesa rada i načini na osnovu kojih se te opasnosti otklanjaju

U vrijeme izvedbe predmetnih radova mogu se pojaviti opasnosti, koje su povezane sa specifičnostima procesa rada, vezano uz izvođenje zemljanih radova pomoću građevinskih strojeva i uređaja, te rada s ručnim i mehaniziranim alatom.

Zaštitne ograde

Sva radna mjesta na visini većoj od 100 cm iznad terena ili poda, kao i ostala mjesta (prijelazi, prolazi i sl.) na gradilištu ili na objektu s kojeg se može pasti moraju biti ograđena čvrstom ogradom visine 100 cm.

Zaštitna ograda mora biti izrađena od zdravog i neoštećenog drva ili drugog podesnog materijala. Razmak i dimenzija stupića i ostalih elemenata ograde moraju odgovarati horizontalnom opterećenju na rukohvatu ograde od najmanje 70 kg/m. Za zaštitne ograde većih dužina moraju se izraditi nacrti i statički proračun. Ako se zaštitna ograda zbog prirode posla mora u tijeku rada ukloniti, djelatnici na takvim radnim mjestima moraju koristiti zaštitne pojaseve za rad na visini, a rad se mora obavljati pod nadzorom neposrednog rukovoditelja.

Otvori u radnim platformama, prilazima i prolazima, koji služe za prolazak radnika ili za prenošenje materijala, moraju se ograditi čvrstom ogradom visine najmanje 100 cm sa strane koje nisu potrebne za prolazak i prenošenje materijala u toku rada, odnosno sa svih strana za vrijeme prekida rada. Otvori koji ne služe za prolaz radnika ili za prenošenje materijala, moraju biti stalno pokriveni čvrstim poklopcem ugrađenim na otvor, tako da se ne mogu pomicati. Ako otvore nije moguće osigurati predviđenim platformama, odnosno prolazima ispod radnih mjesta, moraju se postaviti odgovarajuće prihvatne mreže. Potrebno je osigurati zaštitu radnika od pada s visine ili u dubinu. Svi radovi koji se obavljaju na visini većoj od 3 m (s mogućnošću pada na nižu razinu), smatraju se radovima na visini te je kod takvih poslova potrebno provesti mjere zaštite od pada. Zaštita se provodi postavljanjem zaštitne ograde, a svi otvori u podu moraju biti ograđeni zaštitnom ogradom ili osigurani postavljanjem poklopaca. Na mjestima gdje nije moguće izvesti propisnu zaštitu od pada, koriste se zaštitni pojasevi. Neposredni rukovoditelj mora odrediti sigurno mjesto privezišta. U konkretnom slučaju jer predviđen strojni iskop postojećeg pokosa koji je na pojedinim dijelovima viši od 3 m. Međutim ako bude nužno ručno dotjeravanje pokosa ili ručni iskop, Izvođač se mora pridržavati navedenih uputa.



Svaki radni pod (platforma za rad) postavljen na visini većoj od 100 cm mora biti izrađen od zdravih dasaka priljubljenih jedna uz drugu i položenih na čvrste nosače. Širina radnog poda ne smije biti manja od 60 cm, osim u slučaju ako nema dodatnog slaganja i pripremanja materijala kad širina može biti i nešto manja. Dimenzije poda moraju odgovarati i predviđenom opterećenju o čemu treba biti izvješten natpis o dopuštenoj nosivosti, ukoliko je pod postavljen na visini većoj od 200 cm. Posebno se moraju urediti nastavci dasaka radnog poda ukoliko nisu u istom nivou, da se olakša kretanje i onemogući spoticanje radnika. Rub radnog poda ne smije biti udaljen više od 20 cm od vertikalne stijenke ukoliko se radi na visini većoj od 100 cm. Ukoliko se na radnom podu koristi i materijal, on treba biti uredno složen i raspoređen prema predvidivoj nosivosti poda.

Način zaštite od pada s visine ili u dubinu

Građevinski radovi na visini do 450 cm iznad terena odnosno iznad temeljnih stopa, mogu se izvoditi s upotrebom pomoćnih skela ili ljestava uz vezivanje radnika, ako je uz korištenje takvih sredstava moguće izvoditi te radove bez opasnosti za život radnika. Građevinski i drugi radovi na objektima višim od 450 cm iznad terena, moraju se izvoditi uz korištenje odgovarajućih skela ili na drugi podesan i siguran način. Ako pri radovima postoji mogućnost da radnici padnu izvan objekta, moraju se postaviti odgovarajuće zaštitne nadstrešnice tako da visina s koje se može pasti ne prelazi 300 cm, i radnici se moraju vezati odgovarajućim zaštitnim pojasom. Ako se pri radovima na otvorenim rubovima objekta zaštitna ograda iz opravdanih razloga ne može postaviti ili ako su radovi koji se vrše na takvim mjestima manjeg opsega ili kratkotrajni, radnici koji vrše te poslove moraju biti za vrijeme rada privezani pomoću zaštitnog pojasa i konopca dužine najviše 150 cm.

Ljestve

Ljestve koje se upotrebljavaju za pristup na skelu i na povišeni radni plato moraju prelaziti rub poda na koje su naslonjene najmanje 75 cm, mjereno vertikalno od poda. Širina ljestava između strana mora biti najmanje 45 cm. Razmak između rubova prečaka ne smije biti veći od 32 cm.

Ljestve koje se postavljaju na glatku, odnosno klizavu tvrdi podlogu moraju biti na donjem kraju opremljene posebnim osloncima koji sigurno sprečavaju klizanje.

Zabranjena je upotreba ljestava s prečkama prikovanim čavlima za strane, kao i ljestava s polomljenim ili nedostajućim prečkama. Dvokrake ljestve moraju biti osigurane protiv prekomjernog razmicanja krakova (lanac, uže).

Mjere zaštite na građevinskim strojevima i vozilima

Građevinskim strojem smije rukovati osoba stručno osposobljena za tu vrstu stroja, liječnički pregledana.



Specijalistički liječnički pregledi za rukovanje građevinskim strojem se mora obavljati svake dvije godine.

Prije početka rada rukovaoc obvezno provjerava tehničku ispravnost stroja i to:

- sve signalne, upravljačke i kočione sisteme,
- vizualnim pregledom postojanje zaštitnih naprava protiv mehaničkih povreda.

Strojevima mogu rukovoditi samo za to osposobljeni radnici. Svi izvođači radova su dužni za svoje strojeve (ili koje koriste), posjedovati isprave o provedenom ispitivanju stroja/uređaja s povećanim opasnostima, prema članku 52. Zakona o zaštiti na radu. Ostale uređaje treba ispitivati sukladno članku 51., istog Zakona. Obveza je svakog od radnika prije početka rada na stroju, isti pregledati te o eventualnim ili uočenim nepravilnostima u radu smjesta obavijestiti svog nadređenog ili najbližeg voditelja radova. Dokazi o stručnoj osposobljenosti i obavljenim liječničkim pregledima za osobe koje će rukovati strojevima koji to zahtijevaju, dio su obvezne dokumentacije koju treba čuvati na gradilištu.

Svi strojevi i uređaji s povećanim opasnostima na gradilištu moraju biti ispravni, dokumentacija o ispitivanju (zapisnici o ispitivanju sa Uvjerenjima) je dio obvezne dokumentacije na gradilištu!

Zemljani radovi – iskopi i nasipavanja

Za iskope zemlje do 100 cm dubine ne provode se posebne mjere zaštite ukoliko to čvrstoća zemlje dozvoljava. Kada se kod iskopa prijeđe dubina od 100 cm, radovi se moraju izvoditi pod nadzorom, rovovi i kanali moraju se razupirati, kako se zemlja ne bi urušila, te prouzročila ozljedu. Radnici moraju biti osposobljeni za rad i posjedovati liječničko uvjerenje.

Predviđa se iskop u terenu C kategorije i to na mjestima potencijalnih nestabilnosti te se nužno pridržavati nagiba iskopa kako je dano u projektnoj dokumentaciji. Nužno se pridržavati kampadnog iskopa kako je definirano projektom sve u cilju zaštite radnika. Ako se iskop zemlje vrši na mjestu gdje postoje instalacije plina, vode, elektroinstalacije i drugo, radovi na iskopu moraju se vršiti po uputama i pod nadzorom stručne osobe određene sporazumom između organizacija kojima pripadaju odnosno koje održavaju te instalacije i nas kao izvođača. Ako se u toku iskopavanja naiđe na instalacije, radovi se moraju odmah obustaviti dok se ne osigura nadzor prema dogovoru sa vlasnikom instalacija.

Prilikom izvedbe iskopa potrebno je pridržavati se redoslijeda izvođenja, kota danih u projektu i pravila zaštite na radu. Iskop se izvodi strojno s ručnim dotjerivanjem. Radovima iskopa treba pristupiti oprezno. Otvorenu površinu pokosa iskopa treba zaštititi debljim plastičnim (PVC) folijama, a u slučaju pomaka i zasipavanjem nekoherentnim materijalom za ispunu koji treba stalno u dovoljnoj količini biti deponiran na gradilištu.



Nakon svakog dužeg prekida rada, jačih kiša, mraza ili bilo kakvih nepogoda iskop prije početka rada treba pregledati voditelj građenja i voditelj pojedinih radova. Opasnosti, koje dolaze od strojeva, najčešće su vezane za radnike koji se nalaze u njihovoj blizini zbog mogućnosti ozljeđivanja zahvatnim napravama ili dijelovima samog stroja. Opasnost je to veća kada se strojevi kreću. Ova opasnost se relativno lako može izbjeći planiranjem rada. Utovarivanje materijala pomoću utovarivača ili drugog sredstva mehanizacije na teretno vozilo ne smije se vršiti preko kabine vozila, ako ta kabina nije zaštićena od mehaničkog oštećenja.

Radovi na nasipavanju se u svemu trebaju odvijati na način siguran za radnike. Svi radnici koji rade na predmetnim radovima nasipavanja moraju posjedovati adekvatno liječničko uvjerenje i biti osposobljeni za rad, dok svi strojevi s kojima se vrši nasipavanja i zbijanje moraju posjedovati odgovarajuće ateste o ispravnosti.

Tijekom radova na iskopima treba kontrolirati:

- da se iskop obavlja prema tehničkim uvjetima, profilima i visinskim kotama iz projekta,
- da se za vrijeme radova na iskopu osigura pravilna odvodnja,
- da nagibi privremenih i trajnih pokosa budu u skladu s projektom,
- dosljedno provođenje primjene higijensko-tehničkih zaštitnih mjera.

Tesarski radovi za zaštitnu drvenu građu

Sami tesari izloženi su pored mehaničkih izvora opasnosti i opasnostima od pada s visine ili u dubinu.

Ove opasnosti mogu se otkloniti, ako se poštuju određeni principi, odnosno da tesari bez obzira na vrstu posla, koju obavljaju stoje na sigurnom radnom podu.

Oštra sječiva tesarskog alata (sjekire, pile, dlijeta i slično) moraju pri prijenosu biti na podestan način pokrivena, radi zaštite radnika od povređivanja. Rukovanje strojevima ili mehaniziranim alatom za obradu drveta na radilištu smije se povjeriti samo kvalificiranim ili obučenim radnicima upoznatim sa opasnostima koje im prijete pri radu sa strojevima ili mehaniziranim alatom.

Građa poslije svakog korištenja na radilištu mora se pregledati, očistiti od čavala, ostataka okova i dr. i složiti. Tako uređena smije se upotrebljavati za nove tesarske radove.

Armirački radovi

Kompletna gotova armatura mora biti pregledana i prema dimenzijama složena na gradilištu tako da rad s njima ne predstavlja opasnost za radnike.



Eventualno ispravljanje, sječenje, savijanje i ostali radovi na obradi šipki za armaturu mora se obavljati na posebno za to određenom mjestu na gradilištu, s odgovarajućim uređajima, napravama i alatom i uz poduzimanje odgovarajućih zaštitnih mjera predviđenih propisom o zaštiti na radu pri preradi i obradi metala.

Ugradnja armature

Prilikom ručnog čišćenja armature žičanom četkom, obavezno je korištenje zaštitnih naočala ili štitnika za oči i lice, te kožnih rukavica i pregače.

Za silazak i uspinjanje iz iskopa moraju se koristiti ispravne ljestve ili putem rampe. Zabranjeno je nositi gotovu armaturu ljestvama. Zabranjeno je armaturu i sav ostali materijal bacati sa visine u iskop. Za spuštanje treba koristiti koso položene daske ili dizalicu.

Da se u ovako skučenom prostoru stvarale nepotrebne gomile, armaturu treba dopremiti postepeno.

Ako je radno mjesto armirača na visini većoj od 1 m, radno mjesto treba osigurati od pada s visine – izvedba skele na nogarima.

Opasnosti kod armiračkih radova

Opasnosti koje se pojavljuju kod armiračkih radova vezane su uz transport i uz montažu armature.

- Odlijetanje čestica rđe pri čišćenju armature
- Odlijetanje komada armature pri odsijecanju
- Sječenje i savijanje armature
- Štetna zračenja pri zavarivanju mreža i spajanju armature prigodom ugradnje i nastavljanja
- Pad s visine ili u dubinu, obrušavanje i zarušavanje zemljanih masa, rušenje gotovih konstrukcija

Istovar se obavlja kranom ili autodizalicom pri čemu vrijede pravila i mjere zaštite.

Betonski radovi

Prije početka radova na betoniranju treba provjeriti da li su izvedene potrebne zaštitne mjere, naročito od pada s visine. Svi oštri vrhovi ili rubovi sredstava za spajanje pojedinih dijelova skele i oplata (čavli, spone i sl.), koji vire iz oplata i drugih dijelova skele, moraju se podviti ili pokriti.

Radovi na betoniranju mogu početi tek poslije provjeravanja odgovorne osobe na gradilištu, u čijem djelokrugu rada su ti radovi. On kontrolira jesu li izvršeni svi potrebni prethodni radovi. Kod priprema oplata treba sve sigurnosne klinove ispravno postaviti, a razupore dobro nabiti i uvrnuti.



Beton se obavezno mora vibrirati. Prije početka rada s vibratorom za beton treba provjeriti da li su svi pokretni dijelovi dobro zaštićeni. Vibrator se ne smije bacati, a uključivati se smije samo lagano rukom.

Radna mjesta moraju biti zaštićena od pada s visine.

Ako se zaštita od pada s visine ne može postići zaštitnim ogradama ili prihvatnim skelama i mrežama, betonircima na raspolaganju mora biti zaštitni pojas s užetom.

Radnici koji rade na prihvatu betona izloženi su opasnostima od prskanja betona u oči i lice. Isto tako, radnici koji rade s uređajima za automatski transport i ugradbu betona, kao što su betonske pumpe i torkret aparati, izloženi su opasnostima od udara smjese betona prilikom prskanja cijevi, popuštanja spoja cijevi, odbijanje smjese betona od oplata te prskanja u oči.

Za nabijanje betona treba koristiti pervibrator koji se priključuje na sniženi napon od 42 V.

Nije dozvoljeno nasilno skidanje (čupanje) oplata pomoću dizalice ili drugih uređaja.

Radovi na izvedbi pilota

Izvedba radova na mlaznom injektiranju treba se odvijati prema smjernicama iz norme HRN EN 1536:2015 Izvedba posebnih geotehničkih radova – Bušeni piloti (EN 1536:2010+A1:2015), te smjernicama iz projekta.

Izvođač je dužan po potpisu ugovora dopremiti sav potreban inventar za izvođenje radova izvedbe pilota, opremiti gradilište svom infrastrukturuom za transport, energiju i vodu, montirati sve potrebne strojeve i uređaje za nesmetano odvijanje radnog procesa, tako da osigura ugovorenu dinamiku izvođenja radova.

Sva oprema mora biti prilagođena na način da ispunjava sve uvjete zaštite na radu za siguran rad ljudi. Također sva oprema treba imati takve tehničke karakteristike da se svi radovi mogu izvršiti kvalitetno u skladu s standardima kvalitete.

Nakon službenog preuzimanja izvedenih radova Izvođač treba rasporemiti gradilište i s njega ukloniti sav inventar, opremu, mehanizaciju, instalacije te očistiti i urediti gradilište.

Bušenje pilota mora se vršiti pod nadzorom određene stručne osobe. Općenito, bušeni piloti, industrijski bunari i okna smiju se izvoditi samo na osnovu projekta, koji obuhvaća i odgovarajuće mjere zaštite na radu.

Za osiguranje stabilnosti bušotina projektantska preporuka je primjena CFA metode izvedbe pilota. CFA piloti se izvedu bušenjem u jednom koraku pomoću tzv. beskonačne spirale. Tijekom bušenja tlo i spirala drže bokove bušotine stabilnim od zarušavanja. Nakon postizanja projektirane kote spirala se uz minimalnu rotaciju ili bez rotacije podiže kontroliranom brzinom uz istovremeno ispunjavanje bušotine sitnozrnim betonom žitke konzistencije kroz vrh spirale. Nakon završetka



betoniranja pripremljeni armaturni koš se uvibrira u ispunjenu bušotinu neposredno nakon bušenja i betoniranja. Iskop za pilote se vrši u tlu C kategorije.

Bušaći stroj treba imati odgovarajuću snagu (pritisak na pribor i mogućnost rotacije) za izvedbu bušotine. Režim bušenja (brzinu rotacije i penetracije) je potrebno prilagoditi uvjetima u tlu.

Nakon što se bušenjem dođe do projektirane kote potrebno je izvući spiralu za oko 15 cm i započeti ugradnju betona pod odgovarajućim tlakom. Izvlačenje spirale više od 15 cm prije ugradnje betona nije dopušteno jer dolazi do relaksacije u tlu i smanjenja nosivosti pilota na vrh, a može doći i do zarušavanja bušotine i miješanja tla i betona.

Također je bitno spiralu izvlačiti konstantnom brzinom koja je u zavisnosti od kapaciteta pumpe za ugradnju betona. Rotacija spirale bez penetracije u tlo ili upumpavanje betona je zabranjeno jer utječe na smanjenje nosivosti pilota trenjem po plaštu.

Tlak ugradnje betona na dnu spirale treba minimalno biti jednak efektivnom vertikalnom naprezanju u tlu. Tlak treba održavati tijekom ugradnje betona (izvlačenja spirale) kako bi se osigurala stabilnost bušotine. S ugradnjom betona treba započeti odmah nakon bušenja do projektirane dubine. U protivnom može doći do zaglave bušačkog pribora. Potrebno je dopremiti na gradilište potrebnu količinu betona prije početka bušenja pilota. Količina betona ugrađenog u bušotinu se kreće u granicama oko 15-20 % iznad idealnih teorijskih vrijednosti volumena pilota.

Dozvoljena je upotreba druge tehnologije izvedbe pilota koju može predložiti izvođač.

Ako se beton ugrađuje s površine terena za ugradnju je obavezno koristiti kontraktor koji će se spustiti do dna bušotine i cijelo vrijeme biti uronjen u beton, te se podizati kako napreduje ugradnja. Potrebno je osigurati vibrator koji će se moći spustiti do dna bušotine. 'Bacanje' betona s površine terena kroz kontraktor koji nije uronjen u beton je zabranjeno.

Prije početka izvedbe potrebno je prekontrolirati da li je izvoditelj opremljen za odabrani postupak izvedbe.

Tijekom izvedbe potrebno je kontrolirati da se izvedba pilota odvija u potpunosti prema ovdje danim zahtjevima.

Prije radova na izvedbi pilota se moraju predložiti uvjerenja o osposobljenosti radnika za rad kao i o adekvatni dokumenti koji dokazuju ispravnost strojeva koji će se koristiti.

Potrebno je također osigurati siguran rad za sve sudionike. Osim osnovne zaštitne opreme radnika dane u ovom Planu, naročito je potrebno osigurati zaštitne rukavice i opremu za zaštitu lica (zaštitne naočale, zaštitni zasloni).

Radovi sa dizalicom

Za postavljanje armaturnih koševa pilota tokom radova na izvedbi pilota koristi se dizalica. Armaturne koševe treba ispravno zakvačiti da ne skliznu ili padnu. Čeličnu užad treba ispravno



uskladištiti, što znači da užad treba postaviti u okomit položaj bez ikakvog savijanja (obješena), a nakon upotrebe očistiti i premazati zaštitnom masti. Ako je čelično uže oštećeno, odmah ga treba isključiti i o tome obavijestiti neposrednog rukovoditelja. Kuke treba ispravno i čvrsto spojiti s užetom. Treba paziti da su kuke čiste, cijele, ne proširene, te da imaju sigurnosni zaponac (osigurač). Samo ispravne kuke smiju se upotrebljavati, a sve oštećene ili nepotpune isključuju se i o tome obavještava rukovoditelj. Ako neposredno radite s užadi i kukama, treba se upoznati s najvećim dopuštenim opterećenjem pojedinog užeta ili kuke.

Taj podatak mora osigurati neposredni rukovoditelj. Nema li podataka, ne smije se raditi.



Sredstva za vezanje i vješanje smiju se opteretiti do naznačene nosivosti jedino ako su postavljena okomito, a inače se dopuštena nosivost smanjuje prema kutu vješanja:

- 15% za kut 60
- 30 % za kut 90
- 50 % za kut 120 između dvije strane užeta

Davanje signala dizaličaru savjesno i pažljivo obavlja samo unaprijed određen signalista, i to uvijek isti.

Asfalterški radovi

Pri asfalterским radovima ne provode se posebne mjere zaštite na radu. Povećana opasnost postoji od samih strojeva koji sudjeluju u radu na polaganju, zbijanju ili transportu asfaltne mase. Opasnosti, koje dolaze od ovih strojeva, najčešće su vezane za radnike koji se nalaze u njihovoj blizini zbog mogućnosti ozljeđivanja zahvatnim napravama ili dijelovima samog stroja.

Opasnost je to veća kada se strojevi kreću.

Ova opasnost se relativno lako može izbjeći planiranjem takvog rada da se strojevi koriste na mjestima i u vrijeme kada se ostali radnici ne zadržavaju na ugroženom prostoru, odnosno kada su udaljeni van dohvata svih gabarita strojeva za asfalterške radove.

Rukovaoci ovih strojeva izloženi su opasnostima od prevrtanja strojeva zbog njihove velike težine. Opasnost od prevrtanja mogu djelomično spriječiti sami rukovaoci ispravnim rukovanjem no ponekad je potrebno osigurati posebno mjesto rada ovih strojeva

Prilikom asfalterških radova javljaju se razne opasnosti. Visoka temperatura asfalta također može biti uzrok ozljedama.



Najveći dio radova pri polaganju i sabijanju asfalta izvodi se strojno, dok se samo dijelovi do kojih ne mogu doprijeti strojevi izvode ručno. Pri ručnom polaganju asfalta potreban je povećan oprez jer zagrijana asfaltna masa može izazvati opekline. Posebno treba brinuti o tome da se ne zadržavamo predugo na tek položenom asfaltu koji zbog svoje temperature može izazvati opekotine kroz obuću.

Povećana opasnost javlja se i od ostalih vozila koja prometuju cestom na kojoj se izvode radovi za spajanje sa postojećom prometnicom. U tom slučaju promet moramo kontrolirati privremenom regulacijom prometa.

Asfalterne radove smiju vršiti samo zdravstveno sposobni i za te radove posebno obučeni i opremljeni radnici.

Radnici moraju biti obučeni u gašenje zapaljivih asfaltnih smola. Zapaljena asfaltna masa ne smije se gasiti vodom. U pripravnosti uvijek mora biti lopata i pijesak.

Na radilištu se mora osigurati topla voda za umivanje poslije posla.

Kod rada pri asfaltiranju radnici su dužni koristiti osobna zaštitna sredstva.

2.7.2. Primijenjena pravila zaštite na radu koja se odnose na lokaciju objekta, odstranjivanje štetnih otpadaka, prometnice, radni prostor, pomoćne prostorije i drugo

Lokacija objekta

Izvedba radova provodi se na otvorenom prostoru. Postrojenja i površine namijenjene za rad na otvorenom prostoru moraju biti tako locirane da omogućuju sigurno kretanje osoba i prometnih sredstava, bez opasnosti za život i zdravlje radnika. Prostorije namijenjene za obavljanje administrativnih poslova trebaju biti smještene u posebnim objektima.

Odstranjivanje štetnih otpadaka

Štetni otpaci, koji se pojavljuju na gradilištu (ulja, maziva, goriva i dr.), moraju se odstraniti na mjesta, koja moraju biti uređena tako da se isključi mogućnost zagađenja zemljišta, podzemnih voda i čovjekove okoline. Sva ta mjesta moraju biti ograđena i osigurana od pristupa osoba.

Prometnice

Pomoćni putovi za transport tereta i putovi za kretanje osoba trebaju biti izvedeni tako da se što manje presijecaju i poklapaju.



Radni prostor

Radni prostor je na otvorenom, pa stoga Izvođač posebnu pažnju mora posvetiti uređenju gradilišta. To uključuje:

- osiguranje granica gradilišta prema okolini
- određivanje mjesta, prostora i načina razmještanja i uskladištenja građevnog materijala
- način obilježavanja, odnosno osiguranja, opasnih mjesta i ugroženih prostora na gradilištu
- način rada na mjestima gdje se pojavljuju štetni plinovi, prašina, para, odnosno gdje može nastati vatra i drugo
- određivanje vrste i smještanja građevinskih strojeva i postrojenja i odgovarajuća osiguranja s obzirom na lokaciju gradilišta

Pomoćne prostorije

Budući se radovi izvode na otvorenom, potrebno je osigurati pomoćne prostorije kao što su: garderobe, nužnici, prostorije za uzimanje obroka hrane i drugo.

Garderobe se moraju predvidjeti za smještaj civilne i radne odjeće i obuće i drugih osobnih predmeta. Prostorije garderobe opremaju se klupama za sjedenje kod presvlačenja, zidnim ogledalima, košarama za otpatke i pepeljarama.

Nužnici moraju biti tako smješteni da udaljenost do najudaljenijih mjesta rada ne bude veća od 200m. Po jedan nužnik mora se predvidjeti na najviše 30 radnika.

Na gradilištu mogu eventualno postojati prostorije za uzimanje obroka hrane (blagovaonice), gdje veličina i broj stolova mora odgovarati broju zaposlenih radnika, rasporedu smjena i drugim uvjetima.

Budući se radovi izvode na otvorenom i ponekad pod nepovoljnim vremenskim uvjetima, potrebno je osigurati prostorije za povremeno zagrijavanje radnika, čija se veličina određuje prema broju radnika.

Skladištenje raznog građevinskog materijala

Sav materijal, uređaji, postrojenja i oprema potrebni za izvođenje određenog rada na gradilištu moraju biti složeni tako da je omogućen lak pregled i nesmetano njihovo ručno ili mehanizirano uzimanje bez opasnosti od rušenja i slično. Da bi se to postiglo preduvjet je poznavanje osnovnih građevinskih materijala za njihovo pravilno odabiranje, uskladištenje, pripremanje za ugradnju, što u



širem smislu pridonosi sigurnosti uposlenih radnika i samih konstrukcija u koje se materijali ugrađuju. Prije nego se dopremi građevni materijal na gradilište, treba odrediti mjesto i način uskladištenja pojedinih materijala. Pri tome treba voditi računa da transportni putovi budu što kraći i da se izbjegnju križanja koja ometaju normalan rad.

Ako ne postoji mogućnost za uskladištenje građevnog materijala u potrebnim količinama, dozvoljeno je dopremanje materijala samo u količinama koje se mogu složiti bez zakrčivanja prilaza i prolaza i bez opasnosti od rušenja. Ostavljanje materijala i drugih sredstava za rad na prolazima i mjestima koja za to nisu određena, zabranjeno je.

Slaganje materijala uz radna mjesta smije se vršiti samo u količinama koje odgovaraju nosivosti i veličini raspoloživog prostora. Visina naslaga mora odgovarati vrsti materijala i ne smije prelaziti visinu koja bi ugrožavala stabilnost materijala odnosno prouzrokovala rušenje složenog materijala i time dovela u opasnost radnike.

Sav materijal na gradilištu mora biti uredno i pregledno složen da ne predstavlja opasnost za uposlene radnike.

Prostor za odlaganje materijala potrebno je označiti.

Privremene električne instalacije

Radove na postavljanju i priključivanju električne instalacije mora izvesti stručna i ovlaštena osoba.

Svi razvodni ormarići moraju potpuno štiti električne uređaje od vremenskih nepogoda i mogućnosti pristupa djelatnika. Razvodni ormarići moraju biti stalno zaključani, a ključ čuvati kod ovlaštenog rukovaoca ili neposrednog rukovoditelja.

Na sklopnom bloku mora se na vanjskoj strani nalaziti pločica na kojoj su ispisani ime proizvođača, oznaka primijenjenog sistema u pogledu uzemljenja (TT, TN ili dr) i drugi potrebni podaci o opremi koja se iz njega napaja.



Sigurnosni znakovi u svezi struje

Električne instalacije za pogon strojeva moraju biti provedene van dohvata zaposlenih osoba. Svaki stroj mora imati sklopku za uključivanje i isključivanje. Svi kablovi - provodnici električne struje moraju biti zaštićeni od mehaničkog oštećenja.

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



Električni uređaji moraju biti zaštićeni od previsokog napona dodira, jednim od priznatih načina (zaštitno uzemljenje, nulovanje, zaštitnim sklopkama). Zabranjeno je svako "krpanje" pregorjelog osigurača - isti se mora zamijeniti novim. Kod svih strojeva i uređaja na električni pogon, prije puštanja u rad obvezno prekontrolirati zaštitu od previsokog napona dodira.

Mjerenje otpora zaštitnog strujnog kruga povjeriti ovlaštenom električaru.

Ateste odnosno zapisnike i evidenciju treba sačuvati u arhivi gradilišta.

Sve električne instalacije za rasvjetu, kao i rasvjetna tijela moraju biti izvedena na propisan način i stalno kontrolirana da nisu oštećena.

Kod noćnog rada jačina osvijetljenosti umjetnom svjetlošću mora biti najmanje 75 lux. Električne svjetiljke koje služe za osvijetljenje gradilišta smiju biti priključene na napon od 220 V, ali da su van dohvata ruke djelatnika ili predmeta koji se prenosi.

Na mjestu prelaska električnih vodova preko trase smiju se izvoditi radovi pod uvjetom da su strojevi ili predmeti kojim se rukuje udaljeni minimalno 3 metra od električnih vodova.

Ako se radovi moraju obaviti bliže od propisane udaljenosti, potrebno je zatražiti od vlasnika vodova pod kojim se uvjetima smiju obaviti radovi.

Električar je dužan jedanput mjesečno prekontrolirati ispravnost svih električnih uređaja, kablova i razvodnih ormarića.

Prva pomoć na gradilištu

Temeljem Zakona o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18), na svakom gradilištu na kojem radi do 20 radnika, najmanje 1 mora biti osposobljen i određen za pružanje prve pomoći. Na svakih sljedećih 50, po još 1 radnik.

Osobama određenim za pružanje prve pomoći, mora se staviti na raspolaganje i potrebna oprema. Svaki poslodavac, kojemu na radilištu istovremeno obavlja poslove i radne zadatke do 20 radnika, za davanje prve pomoći mora osigurati sanitetski materijal koji se nalazi u ormariću za prvu pomoć, a na svakih daljnjih 50 radnika još po jedan ormarić u kojem se nalazi sljedeći sanitetski materijal: 10 sterilnih prvih zavoja; 4 kaliko zavoja dužine 5 m, širine 8 cm; 2 kom flasternog zavoja; 4 omota sterilne gaze; 2 omota vate po 25 g; 1 paket staničevine za oblaganje udlage; 2 trokutne marama i 4 sigurnosne igle; 4 elastična zavoja za fiksaciju različite veličine; 4 vatirane udlage različitih veličina za imobilizaciju prijeloma kostiju (2 komada Kramerovih po 100 cm i 2 komada po 50 cm duljine i 10 cm širine) ili odgovarajući broj pneumatskih udlaga; 6 kom naprstaka od kože u tri veličine; 1 anatomska pinceta; 1 škare obične i 1 za rezanje zavoja za zavrnutim glavama; 2 bočice 2% dezola, 250 g natrijevog bikarbonata (soda bikarbona) 100 g soli, parfinsko ulje, aktivni ugljen 500 g, 500 g 70 % alkohola.

Na ormariću trebaju biti označeni brojevi sljedećih telefona:



vatrogasna služba	193
policija	192
hitna pomoć	194
jedinstveni europski broj za hitne službe	112

S unutarnje strane ormarića, je potrebno naznačiti i imena osposobljenih osoba, te adresu najbliže medicinske ustanove s brojevima telefona.

Opremu za pružanje prve pomoći, odnosno ormarić za prvu pomoć s odgovarajućim sanitetskim materijalom, treba postaviti u privremeni objekt ili na drugo dostupno mjesto!

Obveza je glavnog izvođača, postaviti upute za pružanje prve pomoći u slučaju ozljeđivanja na radu!



Zaštita okoliša

Radi izbjegavanja rizika ili opasnosti po okoliš, pri planiranju ili izvođenju radova treba primijeniti sve potrebne mjere zaštite okoliša. Pri izvođenju radova voditi računa o racionalnom korištenju prirodnih izvora, a koristiti raspoloživu opremu i postupke najpovoljnije po okoliš.

Tijekom izvođenja radova od opasnog materijala koristiti će se nafta i razna ulja i maziva. Sa svim opasnim materijalima treba pažljivo rukovati i stalno kontrolirati kako ne bi došlo do istjecanja u okoliš. Po završetku radnog dana ambalažu opasnog otpada pokupiti i uskladištiti na ranije pripremljenu lokaciju za privremeno uskladištenje. U slučaju razlijevanja po okolini opasnog otpada odmah poduzeti nužne zaštitne mjere kako ne bi došlo do širenja i zagađivanja okoliša.

Svaki spremnik za odlaganje opada mora biti označen s:

- Ključnim brojem otpada
- Nazivom otpada



- Datumom zadnjeg odvoza (čišćenja) spremnika

Za svaki odvoz otpada potrebno je ispuniti i potvrditi prateći list, te voditi očevidnik o nastanka i tijeka

otpada za svaku vrstu otpada (ONTO) posebno. Prateće listove i očevidnike uredno čuvati na samome gradilištu. Spremišta opasnog otpada (ulja, filtera, zauljenih krpa i ostalog zauljenog materijala) potrebno je osigurati sredstvima za gašenje požara.

Spremnik opasnog otpada potrebno je označiti slijedećim sigurnosnim znakovima.

- Zabranjeno pušenje i paljenje otvorene vatre;
- Zabranjeno gasiti vodom;
- Opasnost od požara;
- Opasno za okoliš



2.7.3. Primijenjena pravila zaštite na radu koja se odnose na radnike, poslove i drugo

Predvidivi broj radnika

Potrebni broj radnika za izvođenje radova određuje izvođač u skladu sa svojom tehnologijom izvedbe.

Popis posebno opasnih poslova

Na privremenom gradilištu potrebno je provesti mjere zaštite na radu prilikom obavljanja posebno opasnih radova i poslova s posebnim uvjetima rada.

Prema Dodatku II Pravilnika o zaštiti na radu na privremenim gradilištima (NN 48/18) posebno opasni radovi, relevantni za sanaciju klizišta, su:

- Radovi kod kojih su radnici izloženi rizicima od zatrpavanja pod odronima zemlje u iskopima i sl. ili propadanja na sipkom ili močvarnom tlu te rizicima pada s visine, gdje je rizik naročito povećan zbog prirode posla ili korištenih postupaka ili zbog okoliša na gradilištu
- Radovi na sastavljanju i rastavljanju teških dijelova i/ili sklopova



- Radovi sa strojevima i uređajima s povećanim opasnostima

a dodatno bi se kao opasnim mogli klasificirati i sledeći relevantni poslovi:

- Radovi sa skelama (postavljanje, rastavljanje i korištenje)
- Radovi uz odvijanje prometa na cestama
- Radovi s eksplozivnim i lako zapaljivim tvarima

Radnim mjestima s posebnim uvjetima rada na gradilištu su poslovi kod kojih postoji povećana opasnost od povreda ili zdravstvenih oštećenja prema Pravilniku o poslovima s posebnim uvjetima rada (NN 5/84). Takvi poslovi zahtijevaju zadovoljavanje posebnih uvjeta u smislu zdravstvene i psihičke sposobnosti (za određene poslove). Svi izvođači za svoje radnike trebaju imati svjedodžbe o zdravstvenoj sposobnosti za rad na takvim poslovima.

Popis radnih mjesta s posebnim uvjetima rada

Tijekom izvođenja radova na predmetnom klizištu pojavit će se poslovi s posebnim uvjetima rada i to:

- Rukovanje strojevima i uređajima s povećanim opasnostima;
- Radovi na visini i u dubini (ispod zemljanog pokosa);
- Radovi na montaži skela, oplata, ograda te betonskih elemenata;
- Montaža i izmještanje elektroinstalacija;
- Radovi u blizini voda pod visokim naponom;
- Radovi u blizini plinskih instalacija

Zaposlenici raspoređeni na poslove s posebnim uvjetima rada moraju ispunjavati uvjete glede stručne sposobnosti, zdravstvenog i psihičkog stanja.

Na privremenom gradilištu, rad je dozvoljen samo osobama koje redovito (u propisanim rokovima) obavljaju liječničke preglede za poslove na koje su raspoređeni.

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



Određivanje mjesta rada na kojima postoji povećana opasnost za život i zdravlje radnika, kao i vrste i količine potrebnih osobnih zaštitnih sredstava odnosno zaštitne opreme

S obzirom da je predmet projekta sanacija klizišta, opasnosti proizlaze iz radova rada na visini prilikom iskopa tla i prilikom izvedbe pilotne stijene i radova nasipavanja.

OSOBNA ZAŠTITNA SREDSTVA NA GRADILIŠTU	
ZA SVE POSLOVE:	
1.	Zaštitna kaciga
2.	Zaštitna odjeća/radno odijelo
3.	zaštitne cipele s čeličnom kapicom u protukliznoj izvedbi
KOD IZVOĐENJA RADOVA GDJE SE POJAVLJUJE PRAŠINA:	
4.	Zaštita dišnih organa - zaštitna maska za zaštitu od prašine
5.	Zaštita očiju - zaštitne naočale
KOD IZVOĐENJA RADOVA KOD KOJIH SU MOGUĆE POVREDE RUKU:	
6.	Zaštitne rukavice
KOD RADA NA VISINI GDJE NIJE MOGUĆE OSIGURATI ZAŠTITU OD PADA:	
7.	Zaštitni pojas/druga oprema za zaštitu od pada s visine ili u dubinu
KOD RADA U UVJETIMA BUKE VEĆE OD 85Db/A:	
8.	Zaštitni čepići ili slušalice
KOD UPOTREBE OPASNIH KEMIKA LIJA:	
9.	Zaštitna odjeća
10.	Zaštitne gumene čizme
11.	Zaštitne gumene rukavice
12.	Zaštitne naočale
KOD RADA NA OTVORENOM:	
13.	Zaštitna odjeća za zaštitu od nepovoljnih klimatskih utjecaja
ZAŠTITNA OPREMA ZA POSJETITELJE GRADILIŠTA	
14.	Zaštitna kaciga



Postupci za usklađivanje međudjelovanja svih aktivnosti u neposrednoj blizini gradilišta, također s mogućnošću hitnog isključenja komunalnih vodova u slučaju nužde

Izvođač je dužan prije početka radova u suradnji sa komunalnim društvima obilježiti sve postojeće instalacije na području gradilišta.

U slučaju nailaska na neobilježene komunalne vodove potrebno je prekinuti radove, te obavijestiti nadležno komunalno društvo.

Postupke za svaku pojedinu opasnu fazu rada ili faze radova koje se obavljaju istovremeno ili u slijedu jedna iza druge.

Opasne faze izvođenja radova ili faze koje se obavljaju istovremeno ili u slijedu koordinirati će se na samom gradilištu zavisno o trenutnoj situaciji odvijanja radova. Sve navedene faze moraju biti detaljno obrađene terminskim planom i planom organizacije gradilišta.

- tehničke odnosno organizacijske mjere koje je potrebno poduzeti prije početka radova u skladu s načelima zaštite na radu

Izvođač prije početka radova mora predložiti Investitoru dokaze i ateste o opremi koju posjeduje za izvedbu radova izvedbe iskopa i nasipavanja te izvedbu pilotne stijene.

Pravila ponašanja na gradilištu

Svi sudionici u gradnji se moraju pridržavati pravila ponašanja na gradilištu koja su definirana ovim Planom izvođenja radova.

Svi izvođači i podizvođači dužni su pridržavati se propisanih mjera zaštite na radu, prema zakonskim i podzakonskim aktima, te naloga investitora i glavnog inženjera gradilišta.

Osobe koje osim radnika na gradilištu koriste zonu gradilišta također su dužne pridržavati se uputa i znakova sigurnosti, te postupati u skladu s istima.

Gradilište mora biti tako uređeno i opremljeno da se omogući nesmetano i sigurno izvođenje svih radova. Sa izvođenjem radova na gradilištu smije se započeti tek kada je gradilište uređeno prema odredbama istog Pravilnika o zaštiti na radu za privremena i/ili pokretna gradilišta, odnosno Plana izvođenja radova. U Planu su postavljeni zahtjevi u smislu organiziranja i provođenja mjera zaštite na radu, odnosno kriteriji kojih se sudionici radova na gradilištu, moraju pridržavati:

- gradilište mora biti tako uređeno i opremljeno, tako da je omogućeno nesmetano i sigurno izvođenje svih radova
- izvođenje radova na gradilištu smije se započeti tek kada je gradilište uređeno
- pri pojavi izvora opasnosti u toku pojedinih radova na gradilištu, treba primijeniti odgovarajuće mjere zaštite



- ako tijekom radova nastupe bitne izmjene u tehnološkom procesu, promijene se projekti, ugovore dopunski radovi, glavni inženjer gradilišta je dužan zahtijevati dopunu ili izmjenu Plana izvođenja radova. Plan izvođenja radova treba biti dostupan cjelokupnom tehničkom osoblju na gradilištu, a na zahtjev organa nadzora, mora se predložiti na uvid. Nakon predaje građevine investitoru, Plan se zajedno sa ostalom dokumentacijom sprema u arhivu
- Na gradilištu je potrebno provoditi mjere zaštite zraka od onečišćenja, zaštitu od prekomjerne buke, zaštitu tla i podzemnih voda od onečišćenja
- Zaštitu od buke treba provesti u skladu s propisima iz područja zaštite od buke. U slučaju iznimnog prekoračenja dopuštenih razina buke, izvođač radova o tome mora pismeno obavijestiti sanitarnu inspekciju i taj slučaj upisati u građevinski dnevnik.
- Svaka zaposlena osoba obavezna je držati se svih propisa, uputstava i odredaba koje se odnose na sprječavanje nezgoda, profesionalnih i drugih bolesti u vezi s radom, kao i onih koje se odnose na opću sigurnost radnika.
- Unošenje i konzumiranje alkohola i droge na gradilište je zabranjeno.

2.7.4. Odgovornost za provedbu tehničkih mjera zaštite na radu za vrijeme izvedbe objekta

Oprema gradilišta, osiguranje pojedinih uređaja i strojeva na njemu, te radnika, mora u cijelosti odgovarati HTZ propisima.

Provjeru provedbe ovih zaštitnih mjera provodi šef gradilišta, nadzorni organ, te ovlašteni organ Republike Hrvatske.

2.7.5. Zaključne obveze i napomene

Ako tijekom izvedbe radova na gradilištu nastupe bitne izmjene u tehnološkom procesu rada (izmjene projektne dokumentacije, način izvedbe radova, naknadni radovi i sl.) odgovoran rukovoditelj dužan je izvršiti dopunu ili izmjenu dijela ovog Plana.

Svaki podizvođač - kooperant u svom djelokrugu izvedbe radova i obavljanja poslova na gradilištu, dužan je organizirati i samostalno provoditi mjere zaštite na radu, radi zaštite života i zdravlja svojih djelatnika, kao i djelatnika drugih tvrtki.

Potrebnu koordinaciju s ostalim izvođačima - kooperantima i nositeljem ovog Plana, organizirati će i provoditi neposredno i obostrano odgovorni rukovoditelji. Međutim, svaku eventualno nastalu spornu situaciju, dužan je arbitrirati odgovorni rukovoditelj gradilišta, te u krajnjem slučaju organizirati naizmjenično obavljanje radova prema dogovoru.

Ovaj Plan mora se čuvati na gradilištu kao dokument trajne vrijednosti.



Nakon predaje gradilišta investitoru, ovaj Plan se zajedno s ostalom tehničkom dokumentacijom mora odložiti u arhivu.

Plan mora biti uvijek dostupan svim zaposlenim djelatnicima na gradilištu, a na zahtjev organa nadzora mora se dati na uvid.

Popis isprava, evidencija i uputa iz zaštite na radu, koje se moraju čuvati stalno na gradilištu

- Plan izvođenja radova
- Popis radnika
- Zapisnici o ispitivanju strojeva i uređaja s povećanom opasnosti
- Dokaz o stručnoj osposobljenosti
- Uvjerenje o osposobljenosti za rad na siguran način
- Uvjerenje o radnoj sposobnosti uposlenih na poslovima s posebnim uvjetima rada
- Procjena rizika
- Izvadak iz sudskog registra
- Suglasnost (licenca) za obavljanje poslova
- Prijava gradilišta
- Knjiga nadzora iz područja zaštite na radu
- Dnevna evidencija radnika i poslodavaca na zajedničkom radilištu
- Obrazac prijave o ozljedi na radu (OIR-1)
- Popis radnih mjesta s posebnim uvjetima
- Dokaz o kvalifikacijama/stručnoj spremi radnika na gradilištu
- Imenovanje voditelja gradilišta
- Imenovanje Ovlaštenika poslodavca (ispred Izvođača)
- Dokaz o osposobljenosti Ovlaštenika poslodavca za ZNR
- Dokaz o osposobljenosti radnika za rad na siguran način (EK-1 karton)
- Dokaz o osposobljenosti radnika za preventivno gašenje požara
- Dokaz o osposobljenosti dovoljnog broja radnika za pružanje prve pomoći
- Popis osoba zaduženih i osposobljenih za pružanje prve pomoći na gradilištu
- Dokaz o stručnoj osposobljenosti radnika za poslove koji to zahtijevaju (EK-2)
- Dokaz o provedenom ispitivanju sredstava rada koja će se koristiti (EK-5)
- Dokaz o provedenom ispitivanju strojeva i uređaja s povećanim opasnostima koji će se koristiti

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



- Upute za rad na siguran način (za strojeve, sredstva rada, ostale poslove koji to zahtijevaju)

Zagreb, siječanj 2023.

Projektant:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERSTVA I GRAĐEVINARSTVA
dr.sc. Meho-Saša Kovačević
dipl. inž. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 3189

prof.dr.sc. Meho Saša Kovačević, dipl.inž.građ.



2.8. NAČIN ZBRINJAVANJA OTPADA

U cilju zaštite okoliša tijekom pripremnih radova, izvođenja radova sanacije klizišta, te u slučaju iznenadnih događaja primijenit će se sve mjere prema važećim zakonskim propisima, standardima i pravilima struke, a što između ostalog uključuje sljedeće:

- Postupiti prema projektu organizacije gradilišta, te osigurati postupanje sa svim otpadnim tvarima i provesti mjere zaštite od buke prema zakonskim propisima
- Osigurati osnovne sanitarno-tehničke uvjete za boravak radnika na gradilištu
- Pridržavati se utvrđenih mjera za sustav odvodnje, zbrinjavanja otpada, manipulacije tvarima s lokacije, transportnu i prometnu manipulaciju
- Spriječiti nekontrolirano izlijevanje prilikom zamjene ulja i maziva ili transporta materijala kao i mogućnost izbijanja požara, u ekstremnim slučajevima osiguranjem postupanja prema Projektu organizacije gradilišta
- Prilikom izvođenja zemljanih radova otkopanu zemlju treba sukladno odobrenju nadležnog tijela uprave deponirati na određeno mjesto
- S ostalim otpadom postupati u skladu sa Zakonom o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/17, 14/19, 98/19)
- S otpadnim građevinskim materijalom, gorivom, mazivima i drugim otpadnim materijalima postupati sukladno zakonskim propisima gospodarenja otpadom.
- Korištenje moderne mehanizacije (građevinskih strojeva i uređaja), osigurati uvjete da na gradilištu razina buke ne prijeđe dozvoljenu vrijednost
- Nadalje, okolno zemljište odnosno uređene površine, koje je bilo korišteno tijekom radova sanacije treba dovesti u prvobitno stanje.

Također, sukladno članku 54. Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) Izvođač radova je u cijelosti odgovoran za:

- gospodarenje građevnim otpadom nastalim tijekom građenja na gradilištu sukladno propisima i zakonu koji uređuju gospodarenje otpadom
- uporabu i/ili zbrinjavanje građevnog otpada nastalim tijekom građenja na gradilištu sukladno propisima i zakonu koji uređuju gospodarenje otpadom i sukladno tome mora uračunati u sve stavke troškovnika u kojima se javlja građevinski otpad sve troškove koji proizlaze iz gore navedene obaveze Izvođača.

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



Sve materijale iz iskopa koji u naravi predstavljaju mineralnu sirovinu a koji projektom nisu predviđeni za korištenje na samom gradilištu, Izvođač mora prevesti na odlagalište koje osigurava Naručitelj.

Zagreb, siječanj 2023.

Projektant:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERSTVA I GRAĐEVINARSTVA
dr.sc. Meho-Saša Kovačević
dipl. inž. građ.
Ovlašten inženjer građevinarstva
G 3189

prof.dr.sc. Meho Saša Kovačević, dipl.inž.građ.



2.9. POPIS PRIMJENJENIH ZAKONA, PRAVILNIKA, PROPISA I NORMI

Zakoni

1. Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, NN 65/17, NN 114/18, NN 39/19, NN 98/19)
2. Zakon o gradnji (NN 153/13, NN 20/17, NN 39/19, NN 125/19)
3. Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, NN 118/14, NN 154/14, NN 94/18, NN 96/18)
4. Zakon o cestama (NN 84/11, NN 22/13, NN 54/13, NN 148/13, NN 92/14, NN 110/19, NN 144/21, NN 114/22)
5. Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, NN 153/13, NN 78/15, NN 12/18, NN 118/18)
6. Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10, NN 114/22)
7. Zakon o normizaciji (NN 80/13)
8. Zakon o mjeriteljstvu (NN 74/14, NN 111/18)
9. Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, NN 153/13, NN 41/16, NN 114/18, NN 14/21)
10. Zakon o vodama (NN 66/19, NN 84/21)
11. Zakon o zaštiti zraka (NN 127/19, NN 57/22)
12. Zakon o obveznim odnosima (NN 35/05, NN 41/08, NN 125/11, NN 78/15, NN 29/18, NN 126/21, NN 156/22)
13. Zakon o općoj sigurnosti proizvoda (NN 30/09, NN 139/10, NN 14/14, NN 32/19)
14. Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN 126/21)
15. Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, NN 73/17, NN 14/19, NN 98/19)
16. Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, NN 30/14, NN 130/17, NN 39/19, NN 118/20)
17. Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju (NN 78/15, NN 114/18, NN 110/19)
18. Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13, NN 15/18, NN 14/19, NN 127/19)
19. Zakon o ublažavanju i uklanjanju posljedica prirodnih nepogoda (NN 16/19)

Pravilnici

1. Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19)
2. Pravilnik o kontroli projekata (NN 32/14)

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



-
3. Pravilnik o mjernim jedinicama (NN 88/15)
 4. Pravilnik o uvjetima za vatrogasne pristupe (NN 35/94, NN 55/94, NN 142/03)
 5. Pravilnik o zaštiti na radu za na privremenim gradilištima (NN 48/18)
 6. Pravilnik o sigurnosti strojeva (NN 28/11)
 7. Pravilnik o uporabi osobnih zaštitnih sredstava (NN 39/06)
 8. Pravilnik o sigurnosnim znakovima (NN 91/15, NN 102/15, NN 61/16)
 9. Pravilnik o evidenciji, ispravama, izvještajima i knjizi nadzora iz područja zaštite na radu (NN 52/84)
 10. Pravilnik o sadržaju plana uređenja privremenih i zajedničkih privremenih radilišta (NN 45/84, NN 51/08)
 11. Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN 103/08, NN 147/09, NN 87/10, NN 129/11, NN 118/19)
 12. Pravilnik o tijelima, dokumentaciji i postupcima tržišta građevnih proizvoda (NN 118/19)
 13. Pravilnik o tehničkom pregledu građevine (NN 46/18)
 14. Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN 112/17, NN 31/20)
 15. Pravilnik o načinu provedbe stručnog nadzora građenja, obrascu, uvjetima i načinu vođenja građevinskog dnevnika te o sadržaju završnog izvješća nadzornog inženjera (NN 111/14, NN 107/15, NN 20/17, NN 98/19, NN 121/19)
 16. Pravilnik o načinu zatvaranja i označavanja zatvorenog gradilišta (NN 116/19)
 17. Pravilnik o pregledu i ispitivanju radne opreme (NN 16/16)
 18. Pravilnik o ispitivanju radnog okoliša (NN 16/16)
 19. Pravilnik o obračunu i naplati vodnoga doprinosa (NN 107/14)
 20. Pravilnik o obračunu i naplati naknade za uređenje voda (NN 83/10, NN 126/13)
 21. Pravilnik o obračunu i naplati naknade za korištenje voda (NN 36/20)
 22. Pravilnik o obračunavanju i plaćanju naknade za zaštitu voda (NN 48/19)
 23. Pravilnik o izdavanju vodopravnih akata (NN 9/20)

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



Propisi

1. Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17)
2. Tehnički propisi o građevnim proizvodima (NN 35/18)

Uredbe, naredbe, upute i strategije

1. Uredba o određivanju zahvata u prostoru i građevina za koje Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva izdaje lokacijsku i/ili građevinsku dozvolu (NN 33/10, NN 87/10, NN 146/10, NN 81/11, NN 100/11, NN 130/12, NN 81/13)

Norme

HRN EN 1990:2011	Eurokod: Osnove projektiranja konstrukcija
HRN EN 1991:2011 (svi dijelovi),	Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije
HRN EN 1997-1:2012	Eurokod 7: Geotehničko projektiranje - 1. dio: Opća pravila
HRN EN 1997-1:2012/NA:2012	Eurokod 7: Geotehničko projektiranje - 1. dio: Opća pravila -- Nacionalni dodatak
HRN EN 1997-2:2012	Eurokod 7: Geotehničko projektiranje - 2. dio: Istraživanje i ispitivanje temeljnoga tla
HRN EN 1998-1:2011	Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija - 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade
HRN EN 1998-1:2011/NA:2011 1. dio:	Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade - Nacionalni dodatak
HRN EN 1998-5:2011	Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija - 5. dio: Temelji, potporne konstrukcije i geotehnička pitanja
HRN EN 1998-5:2011/NA:2011	Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija - 5. dio: Temelji, potporne konstrukcije i geotehnička pitanja - Nacionalni dodatak

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



HRN EN 12390-1:2012	Ispitivanje očvrsloga betona -- 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe (EN 12390-1:2012)
HRN EN 12390-2:2009	Ispitivanje očvrsnuloga betona -- 2. dio: Izrada i njega ispitnih uzoraka za ispitivanje čvrstoća (EN 12390-2:2009)
HRN EN 12390-3:2009/Ishr.1:2012	Ispitivanje očvrsnuloga betona -- 3. dio: Tlačna čvrstoća ispitnih uzoraka (EN 12390-3:2009/AC:2011)
HRN EN 12390-3:2009	Ispitivanje očvrsnuloga betona -- 3. dio: Tlačna čvrstoća ispitnih uzoraka (EN 12390-3:2009)
HRN EN 12390-4:2000	Ispitivanje očvrsloga betona -- 4. dio: Tlačna čvrstoća -- Specifikacija uređaja za ispitivanje (EN 12390-4:2000)
HRN EN 12620:2008	Agregati za beton (EN 12620:2002+A1:2008)
HRN EN 206:2014	Beton -Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206:2013)
HRN EN 1008:2002	Voda za pripremu betona - Specifikacije za uzorkovanje, ispitivanje i potvrđivanje prikladnosti vode, uključujući vodu za pranje iz instalacija za otpadnu vodu u industriji betona, kao vode za pripremu betona (EN 1008:2002)
HRN EN 934-1:2008	Dodaci betonu, mortu i mortu za injektiranje -- 1. dio: Opći zahtjevi (EN 934-1:2008)
HRN EN 934-2:2012	Dodaci betonu, mortu i smjesi za injektiranje -- 2. dio: Dodaci betonu -- Definicije, zahtjevi, sukladnost, označivanje i obilježavanje (EN 934-2:2009+A1:2012)
HRN EN 197-1:2012	Cement -- 1. dio: Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti cementa opće namjene (EN 197-1:2011)
HRN EN 197-2:2014	Cement -- 2. dio: Vrednovanje sukladnosti (EN 197-2:2014)
HRN EN 12190	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija - Metode ispitivanja - Određivanje tlačne čvrstoće mortova za popravak

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



HRN EN 12190	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija - Metode ispitivanja - Ispitne metode - Određivanje tlačnog modula elastičnosti
HRN EN ISO/IEC 17025	Opći zahtjevi za osposobljenost ispitnih i umjernih laboratorija
HRN EN 1504-2	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija - Definicije, zahtjevi, nadzor nad kakvoćom i vrednovanje sukladnosti, dio 2: Sustavi površinske zaštite
HRN EN 1504-3	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija - Definicije, zahtjevi, nadzor nad kakvoćom i vrednovanje sukladnosti, dio 3: Konstrukcijski i nekonstrukcijski popravak
HRN EN 1504-10	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija - Definicije, zahtjevi, nadzor nad kakvoćom i vrednovanje sukladnosti, dio 10: Primjena proizvoda i sustava na gradilištu i kontrola kvalitete radova
HRN EN 13670-1	Izvođenje betonskih konstrukcija
HRN EN 13687-1:2002	Materijali i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Metode ispitivanja -- Određivanje termičke kompatibilnosti -- 1. dio: Ciklusi smrzavanje-odmrzavanje s uranjanjem u otopinu soli za odmrzavanje (EN 13687-1:2002)
HRN EN 13412:2007	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Ispitne metode -- Određivanje statičkog modula elastičnosti pritiskom (EN 13412:2006)
HRN EN 934-1:2008	Dodaci betonu, mortu i mortu za injektiranje -- 1. dio: Opći zahtjevi (EN 934-1:2008)
HRN EN 934-5:2008	Dodaci betonu, mortu i mortu za injektiranje -- 5. dio: Dodaci mlaznom betonu -- Definicije, zahtjevi, sukladnost, označivanje i obilježavanje (EN 934-5:2007)

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



HRN EN 934-6:2004/A1:2008	Dodaci betonu, mortu i mortu za injektiranje -- 6. dio: Uzorkovanje, kontrola sukladnosti i vrednovanje sukladnost (EN 934-6:2001/A1:2005)
HRN EN 1536:2008	Izvedba posebnih geotehničkih radova -- Bušeni piloti (EN 1536:1999); Execution of special geotechnical work -- Bored piles (EN 1536:1999)
HRN EN 14617-1:2013	Kameni aglomerat --Metode ispitivanja -- 1. dio: Određivanje prostorne mase i upijanja vode (EN 14617-1:2013)
HRN EN 14617-6:2012	Kameni aglomerat -- Ispitne metode -- 6. dio: Određivanje otpornosti na toplinski šok (EN 14617-6:2012)
HRN EN 14617-10:2012	Kameni aglomerat -- Ispitne metode -- 10. dio: Određivanje otpornosti na kemikalije (EN 14617-10:2012)
HRN EN 14617-15:2008	Kameni aglomerat -- Ispitne metode -- 15. dio: Određivanje tlačne čvrstoće (EN 14617-15:2005)
HRN EN 1925:1999	Metode ispitivanja prirodnoga kamena -- Određivanje koeficijenta upijanja vode kapilarnošću (EN 1925:1999)
HRN EN 1926:2008	Metode ispitivanja prirodnog kamena -- Određivanje jednoosne tlačne čvrstoće (EN 1926:2006)
HRN EN 1936:2008	Metode ispitivanja prirodnoga kamena -- Određivanje gustoće i prostorne mase, ukupne i otvorene poroznosti (EN 1936:2006)
HRN EN 12370:1999	Metode ispitivanja prirodnoga kamena -- Određivanje otpornosti na kristalizaciju soli (EN 12370:1999)

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



HRN EN 12372:2008

Metode ispitivanja prirodnoga kamena -- Određivanje
čvrstoće pri savijanju pod koncentriranim opterećenjem
(EN 12372:2006)

Zagreb, siječanj 2023.

Projektant:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERSTVA I ARHITEKTURA
dr.sc. Meho-Saša Kovačević
dipl. inž. građ.
Ovlašteni inženjer građevinstva
G 3189

prof.dr.sc. Meho Saša Kovačević, dipl.inž.građ.

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



2.10. ZAVRŠNE ODREDBE

Ukoliko se tijekom izvedbe radova sanacije klizišta ukaže potreba za odstupanjem od propisanih mjera, Projektant na temelju smjernica iz norme HRN EN 1997 ima pravo promjena na projektiranom zahvatu sanacije.

Ako kontrola kvalitete pojedinih materijala pokaže nezadovoljavajuće rezultate tj. da ugrađeni materijali ne ispunjavaju uvjete prema pretpostavkama ovog projekta, odgovarajućim pravilnicima, standardima, odredbama i normama neophodno je dodatno dokazivanje kvalitete ispitivanjem uzoraka gotovih proizvoda u dogovoru s Projektantom i Nadzornim inženjerom. Ova ispitivanja se obavljaju na teret Izvođača radova kod ovlaštene institucije.

Ako se dodatnom kontrolom ne dokaže tražena kvaliteta, neophodno je provesti kontrolne proračune predmetnog konstruktivnog elementa, te u slučaju nezadovoljavanja općih tehničkih uvjeta predvidjeti mjere sanacije. Ukoliko se pokaže da je stabilnost i trajnost tog elementa i pored nepostizanja tražene kvalitete zadovoljavajuća, Investitor ima pravo umanjiti cijenu radova.

Zagreb, siječanj 2023.

Projektant: 
HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
dr.sc. Meho-Saša Kovačević
dipl. inž. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 3189
prof.dr.sc. Meho Saša Kovačević, dipl.inž.građ.

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



NARUČITELJ: Općina Lekenik

Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

ZAHVAT: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

LOKACIJA: Lokalna cesta LC 33181 Orleković (D36) – Brkiševina

BROJ PROJEKTA: GLP-05/2023

3.PROCJENA TROŠKOVA GRADNJE

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



3.1. PROCJENA TROŠKOVA GRADNJE

Procjena troškova izvedbe konstrukcije za sanaciju klizišta u mjestu Orleković na lokalnoj cesti LC 33181 zasnovana je na dostupnim cijenama građevinskih radova iz 2022. i siječnja 2023. godine te se procjenjuje u iznosu od cca. 160.000,00 eura (bez PDV-a).

Procjena troškova kontrolnih ispitivanja za sanaciju klizišta u mjestu Orleković na lokalnoj cesti LC 33181 zasnovana je na dostupnim cijenama radova ispitivanja iz 2022. i siječnja 2023. godine te se procjenjuje u iznosu od cca. 11.000,00 eura (bez PDV-a).

Zagreb, siječanj 2023.

Projektant:



prof.dr.sc. Meho Saša Kovačević, dipl.inž.građ.

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



NARUČITELJ: Općina Lekenik

Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

ZAHVAT: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

LOKACIJA: Lokalna cesta LC 33181 Orleković (D36) – Brkiševina

BROJ PROJEKTA: GLP-05/2023

4.NACRTI

Naručitelj: Općina Lekenik, Zagrebačka 44, 44272 Lekenik

Zahvat: Sanacija klizišta u mjestu Orleković

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2023.



4.1. POPIS NACRTA

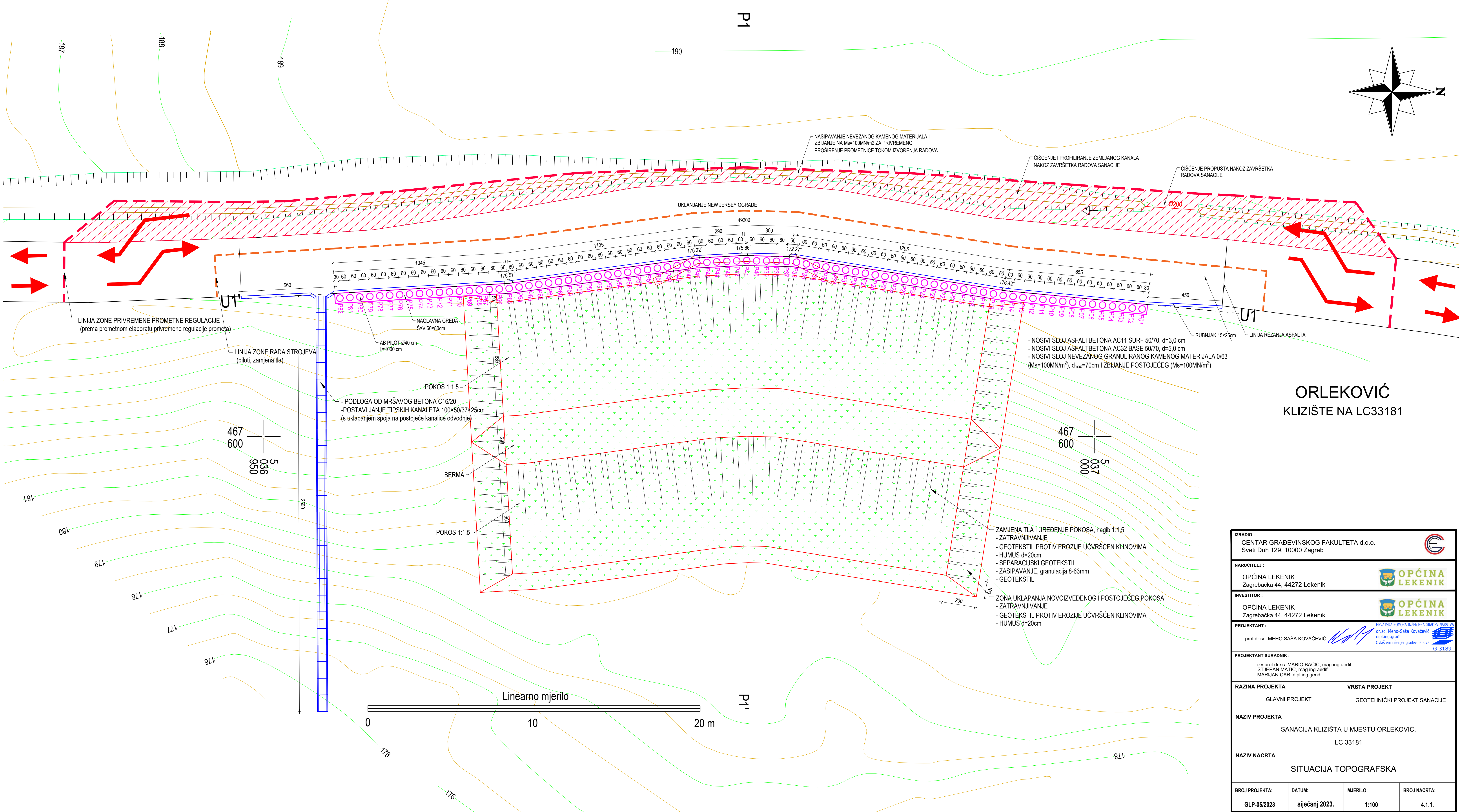
1. SITUACIJA TOPOGRAFSKA	... M 1:100
2. SITUACIJA ISKOPA	... M 1:100
3. POPREČNI PRESJEK P1 – P1'	... M 1:100
4. UZDUŽNI PRESJEK U1 – U1'	... M 1:100
5. PLAN ARMATURE NAGLAVNE GREDE AB PILOTNE STIJENE	... M 1:10
6. PLAN ARMATURE PILOTA AB PILOTNE STIJENE Ø40 cm, L=10,0m	... M 1:25
7. SITUACIJA MONITORINGA	... M 1:100

Zagreb, siječanj 2023.

Projektant:



prof.dr.sc. Meho Saša Kovačević, dipl.inž.građ.

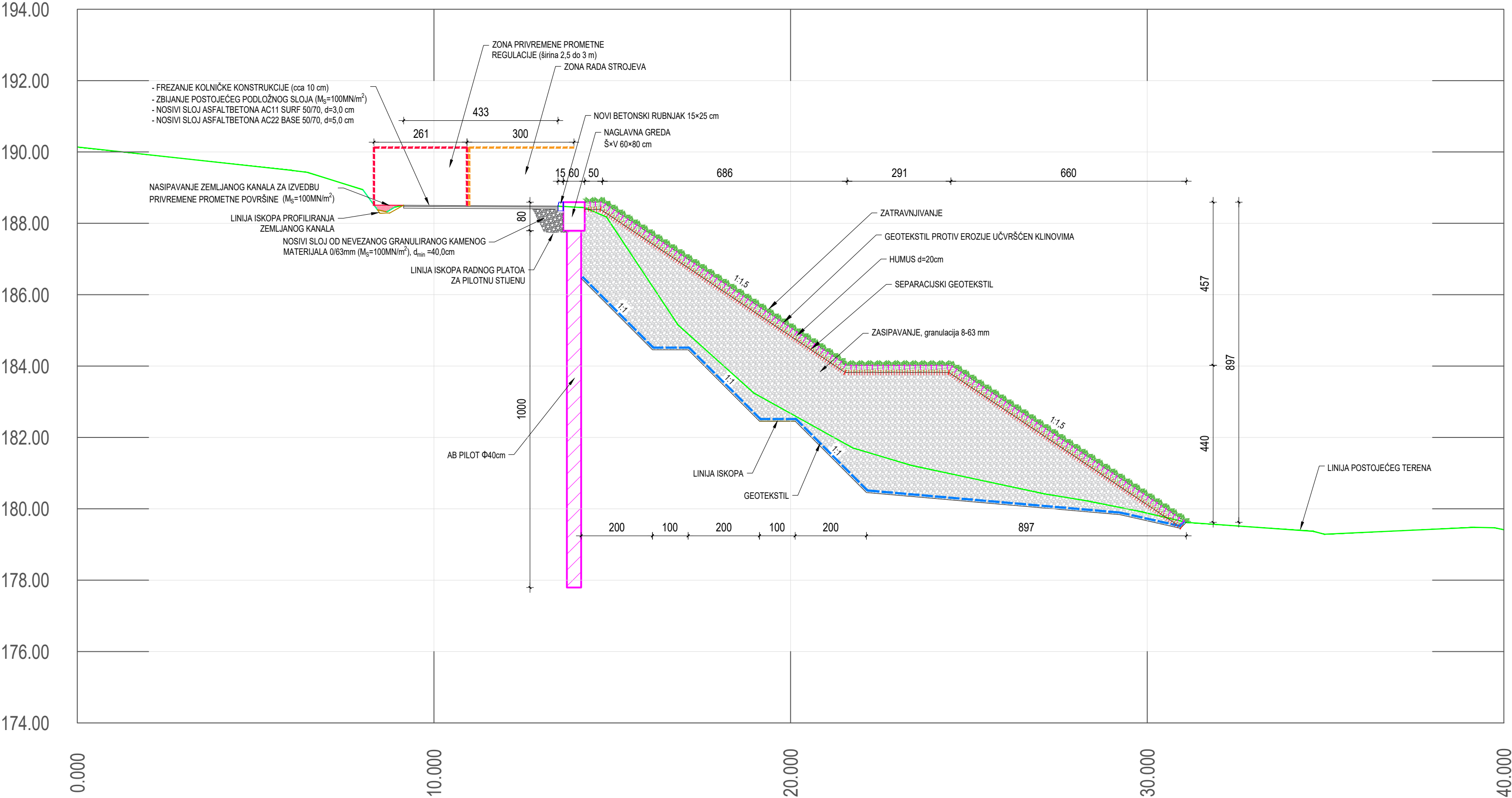


ORLEKOVIĆ
KLIZIŠTE NA LC33181

IZRADIO : CENTAR GRAĐEVINSKOG FAKULTETA d.o.o. Sveti Duh 129, 10000 Zagreb			
NARUČITELJ : OPĆINA LEKENIK Zagrebačka 44, 44272 Lekenik		 OPĆINA LEKENIK	
INVESTITOR : OPĆINA LEKENIK Zagrebačka 44, 44272 Lekenik		 OPĆINA LEKENIK	
PROJEKTANT : prof.dr.sc. MEHO SAŠA KOVAČEVIĆ		 HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA dr.sc. Mehov-Saša Kovačević dipl.ing.grad. Ovlašteni inženjer građevinarstva  G 3189	
PROJEKTANT SURADNIK : izv.prof.dr.sc. MARIO BAČIĆ, mag.ing.aedif. STJEPAN MATIĆ, mag.ing.aedif. MARIJAN CAR, dipl.ing.geod.			
RAZINA PROJEKTA GLAVNI PROJEKT		VRSTA PROJEKT GEOTEHNIČKI PROJEKT SANACIJE	
NAZIV PROJEKTA SANACIJA KLIZIŠTA U MJESTU ORLEKOVIĆ, LC 33181			
NAZIV NACRTA SITUACIJA TOPOGRAFSKA			
BROJ PROJEKTA: GLP-05/2023	DATUM: siječanj 2023.	MJERILO: 1:100	BROJ NACRTA: 4.1.1.

Orleković, lokalna cesta LC 33181

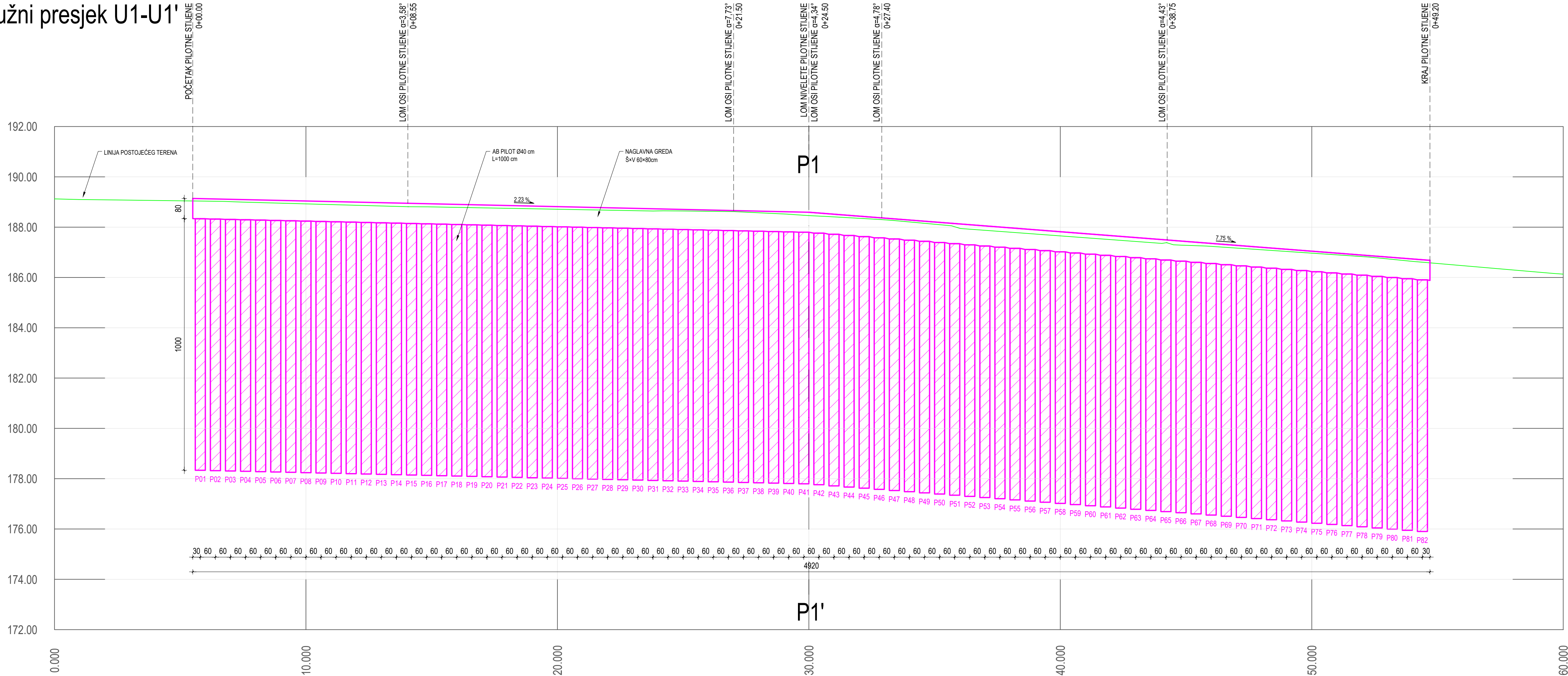
Poprečni presjek P1-P1'



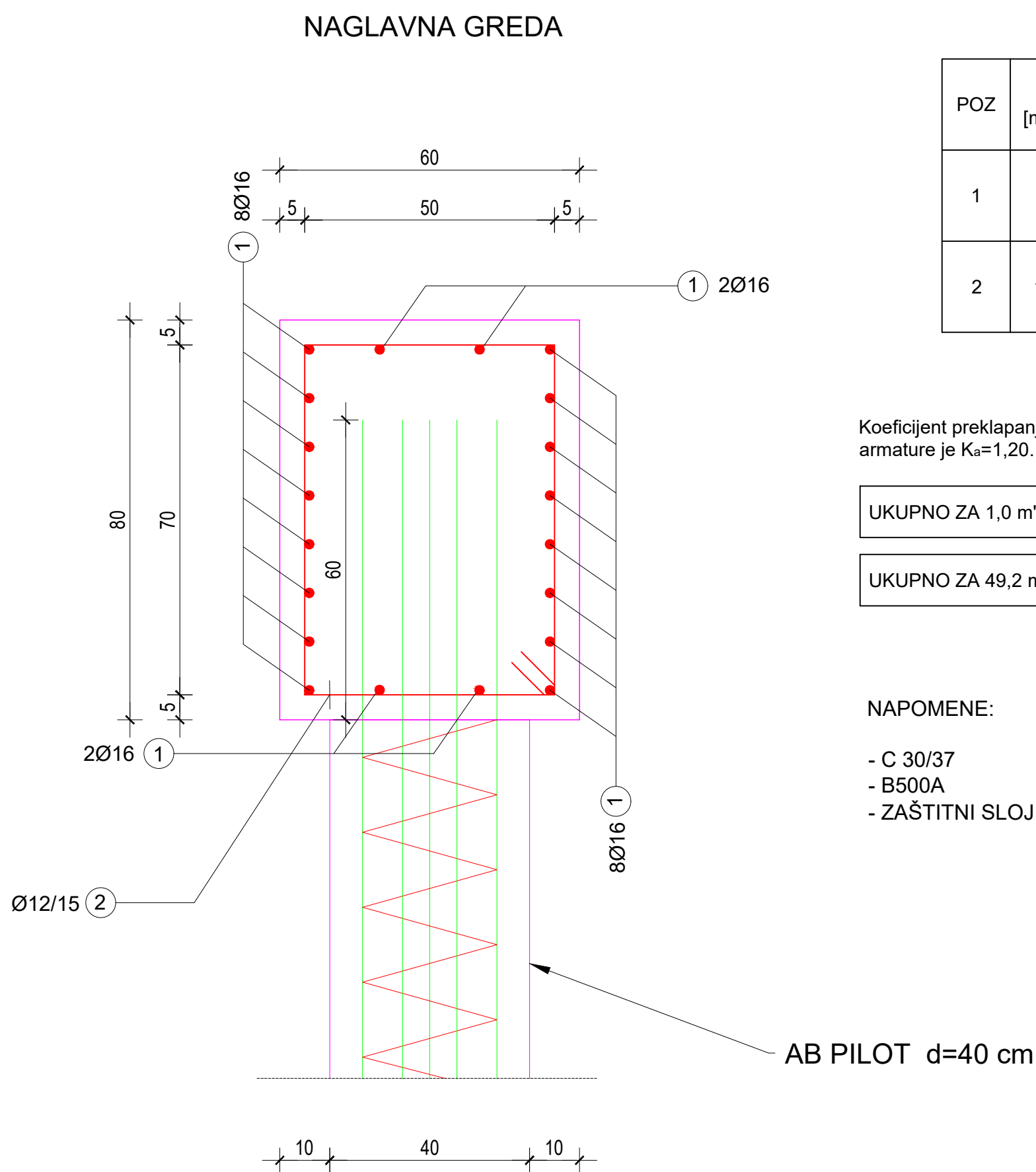
IZRADIO : CENTAR GRAĐEVINSKOG FAKULTETA d.o.o. Sveti Duh 129, 10000 Zagreb				
NARUČITELJ : OPĆINA LEKENIK Zagrebačka 44, 44272 Lekenik				
INVESTITOR : OPĆINA LEKENIK Zagrebačka 44, 44272 Lekenik				
PROJEKTANT : prof.dr.sc. MEHO SAŠA KOVAČEVIĆ		 HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA dr.sc. Meho-Saša Kovačević dipl.ing.građ. Ovlašteni inženjer građevinarstva G 3189		
PROJEKTANT SURADNIK : izv.prof.dr.sc. MARIO BAČIĆ, mag.ing.aedif. STJEPAN MATIĆ, mag.ing.aedif. MARIJAN CAR, dipl.ing.geod.				
RAZINA PROJEKTA GLAVNI PROJEKT		VRSTA PROJEKT GEOTEHNIČKI PROJEKT SANACIJE		
NAZIV PROJEKTA SANACIJA KLIZIŠTA U MJESTU ORLEKOVIĆ, LC 33181				
NAZIV NACRTA POPREČNI PRESJEK P1 - P1'				
BROJ PROJEKTA:	DATUM:	MJERILO:	BROJ NACRTA:	
GLP-05/2023	siječanj 2023.	1:100	4.1.3.	

Orleković, lokalna cesta LC 33181

Uzdužni presjek U1-U1'



IZRADIO : CENTAR GRAĐEVINSKOG FAKULTETA d.o.o. Sveti Duh 129, 10000 Zagreb				
NARUČITELJ : OPĆINA LEKENIK Zagrebačka 44, 44272 Lekenik				 OPĆINA LEKENIK
INVESTITOR : OPĆINA LEKENIK Zagrebačka 44, 44272 Lekenik				 OPĆINA LEKENIK
PROJEKTANT : prof.dr.sc. MEHO SAŠA KOVAČEVIĆ 				HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA dr.sc. Mehov-Saša Kovačević dipl.ing.grad. Ovlašteni inženjer građevinarstva  G 3189
PROJEKTANT SURADNIK : izv.prof.dr.sc. MARIO BAČIĆ, mag.ing.aedif. STJEPAN MATIĆ, mag.ing.aedif. MARIJAN CAR, dipl.ing.geod.				
RAZINA PROJEKTA GLAVNI PROJEKT		VRSTA PROJEKT GEOTEHNIČKI PROJEKT SANACIJE		
NAZIV PROJEKTA SANACIJA KLIZIŠTA U MJESTU ORLEKOVIĆ, LC 33181				
NAZIV NACRTA UZDUŽNI PRESJEK U1 - U1'				
BROJ PROJEKTA:	DATUM:	MJERILO:	BROJ NACRTA:	
GLP-05/2023	siječanj 2023.	1:100	4.1.4.	



NAGLAVNA GREDA - ISKAZ ARMATURE ZA 1 m'

POZ	Ø [mm]	OBLIK I DIMENZIJE	L [cm]	kom	DUŽINA [m']	
					Ø12	Ø16
1	16	100	100	20	/	20,0
2	12		260	7	18,2	/
m'					18,2	20,0
kg/m'					0,911	1,621
kg/Ø					16,58	32,42
kg					49,00	

Koeficijent preklapanja i nastavljanja
armature je $K_a=1,20$.

UKUPNO ZA 1,0 m' 49,00 × 1,2 = 58,80 kg

UKUPNO ZA 49,2 m' 58,80 × 49,2 = 2900 kg

NAPOMENE:

- C 30/37
- B500A
- ZAŠTITNI SLOJ BETONA IZNOSI 5 cm

UKUPNA DULJINA NAGLAVNE GREDE:

$L_{\text{NAGLAVNE GREDE}} = 55,00 \text{ m'}$

Preklop pozicije 1 iznosi min. 100 cm,
Pozicija 2 postavlja se svakih 15 cm.

IZRADIO : CENTAR GRAĐEVINSKOG FAKULTETA d.o.o. Sveti Duh 129, 10000 Zagreb				
NARUČITELJ : OPĆINA LEKENIK Zagrebačka 44, 44272 Lekenik				
INVESTITOR : OPĆINA LEKENIK Zagrebačka 44, 44272 Lekenik				
PROJEKTANT : prof.dr.sc. MEHO SAŠA KOVAČEVIĆ				 HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA dr.sc. Meho-Saša Kovačević dipl.ing.građ. Ovlašteni inženjer građevinarstva G 3189
PROJEKTANT SURADNIK : izv.prof.dr.sc. MARIO BAČIĆ, mag.ing.aedif. STJEPAN MATIĆ, mag.ing.aedif. MARIJAN CAR, dipl.ing.geod.				
RAZINA PROJEKTA GLAVNI PROJEKT		VRSTA PROJEKT GEOTEHNIČKI PROJEKT SANACIJE		
NAZIV PROJEKTA SANACIJA KLIZIŠTA U MJESTU ORLEKOVIĆ, LC 33181				
NAZIV NACRTA PLAN ARMATURE NAGLAVNE GREDE AB PILOTNE STIJENE				
BROJ PROJEKTA:	DATUM:	MJERILO:	BROJ NACRTA:	
GLP-05/2023	siječanj 2023.	1:10	4.1.5.	

Technical drawing of a circular mechanical part, likely a flange or cover plate, showing a top view. The drawing includes the following features and dimensions:

- SPIRALA** (Spiral): Indicated by a dashed line and dimensioned as $\varnothing 10/15$ (2).
- VODILICE** (Guide): Indicated by a dashed line and dimensioned as $\varnothing 8$ (4).
- OBRUČ** (Ring): Indicated by a dashed line and dimensioned as $\varnothing 16$ (3).
- 6 $\varnothing 16$** : Six holes, each with a diameter of 16 mm, arranged in a circular pattern.
- Dimensions**: The overall diameter is 400 mm. The distance from the center to the outer edge of the spiral is 45 mm. The distance from the center to the outer edge of the ring is 50,6 mm. The distance between the spiral and the ring is 208,7 mm.

Technical drawing of a reinforced concrete slab cross-section showing reinforcement details. The drawing includes labels for 'VODILICA' (guide), 'SPIRALA' (spiral), 'UZDUŽNA ARMATURA' (longitudinal reinforcement), and 'ARMATURA' (reinforcement). Dimensions shown are 100, 30, 5.0, and 1.0. A 30-degree angle is indicated for the spiral.

[illegible]

UKUPNO ZA 82 PILOTA [kg]	12.980,00
-----------------------------	-----------



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
dr.sc. Meho-Saša Kovačević
dipl.ing.građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva



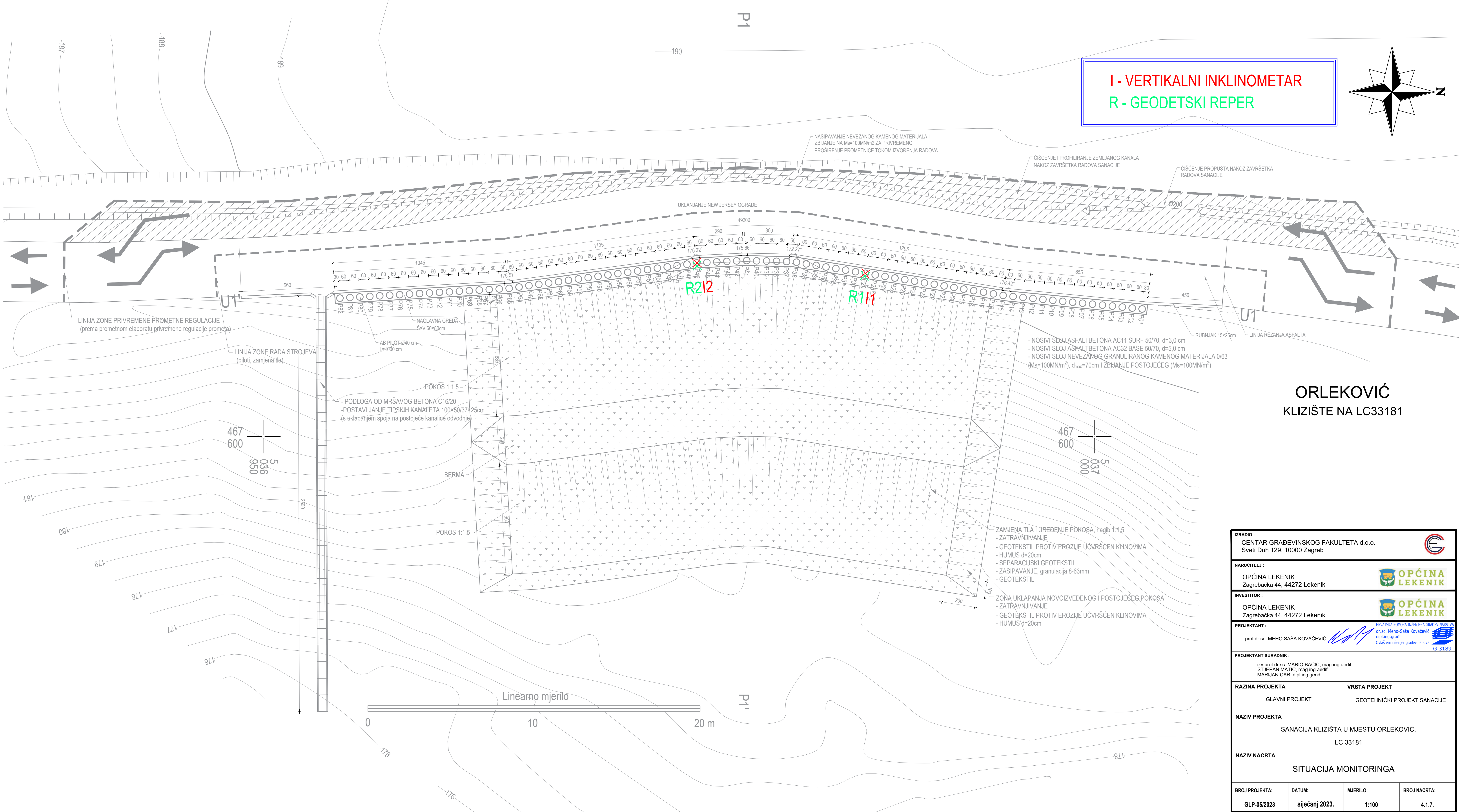
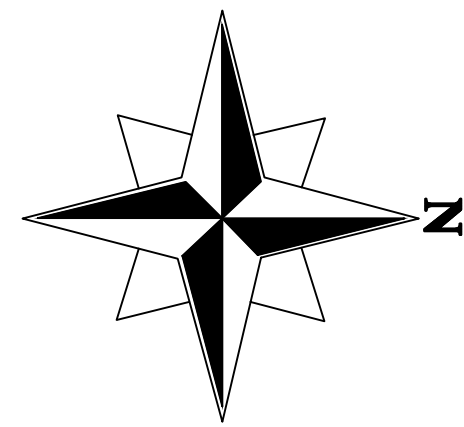
G 3189

RAZINA PROJEKTA	VRSTA PROJEKT
GLAVNI PROJEKT	GEOTEHNIČKI PROJEKT SANACIJE

NAZIV NACRTA
PLAN ARMATURE PILOTA AB PILOTNE STIJENE
Ø40 L=10,0m

BROJ PROJEKTA:	DATUM:	MJERILO:	BROJ NACRTA:
GLP-05/2023	siječanj 2023.	1:25	4.1.6.

I - VERTIKALNI INKLINOMETAR
R - GEODETSKI REPER



ORLEKOVIĆ
KLIZIŠTE NA LC33181

IZRADIO : CENTAR GRAĐEVINSKOG FAKULTETA d.o.o. Sveti Duh 129, 10000 Zagreb			
NARUČITELJ : OPĆINA LEKENIK Zagrebačka 44, 44272 Lekenik			
INVESTITOR : OPĆINA LEKENIK Zagrebačka 44, 44272 Lekenik		 OPĆINA LEKENIK	
PROJEKTANT : prof.dr.sc. MEHO SAŠA KOVAČEVIĆ		 HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA dr.sc. Mehov-Saša Kovačević dipl.ing.grad. Ovlašten inženjer građevinarstva  G 3189	
PROJEKTANT SURADNIK : izv.prof.dr.sc. MARIO BAČIĆ, mag.ing.aedif. STJEPAN MATIĆ, mag.ing.aedif. MARIJAN CAR, dipl.ing.geod.			
RAZINA PROJEKTA GLAVNI PROJEKT		VRSTA PROJEKT GEOTEHNIČKI PROJEKT SANACIJE	
NAZIV PROJEKTA SANACIJA KLIZIŠTA U MJESTU ORLEKOVIĆ, LC 33181			
NAZIV NACRTA SITUACIJA MONITORINGA			
BROJ PROJEKTA: GLP-05/2023	DATUM: siječanj 2023.	MJERILO: 1:100	BROJ NACRTA: 4.1.7.