



Ured ovlaštenog inženjera građevinarstva
dr.sc. Matija Orešković, dipl.ing.građ.
Jalkovečka 80, 42000 Varaždin

Investitor: Općina JESENJE, Gornje Jesenje 103
Građevina: KLIZIŠTA NA NERAZVRSTANOJ CESTI
I OPĆINI GORNJE JESENJE
Lokacije: Jesenje - Cerje Obadići, Lužani Stog, Pećine, Lužani Ravenski,
OZNAKA EL.: EL-2018-01

2. TERENSKI GEOTEHNIČKI ISTRAŽNI RADOWI

2.1. OPIS LOKACIJA

CERJE OBADIĆI

Lokacija klizišta nalazi se u naselju Cerje Jesenjsko na brdovitom području, odnosno zapadno, sjeverozapadno od centra spomenutog naselja. Klizište se otvorilo na nizbriježni strani nerazvrstane asfaltirane ceste. Uz samu cestu sa pribriježne strane nalazi se izvor vode- zdenac (slika 6), te se iz ovog izvora višak vode dalje odvodi preko ceste punom cijevi na pokos (slika 7) uz samu nizbriježnu



Slika 6. Zdenac uz pribriježnu stranu ceste koji je na dan obilaska klizišta (21.1.2018.) bio ispunjen vodom (razina vode je manje od 1 m od ruba zdenca)



Slika 7. Izlaz (zaštopane) cijevi u tijelo klizišta. Uloga ove cijevi nesumnjivo je bila ododnja voda s druge strane ceste (i zdenca)



stranu (trenutno klizište). Cijev je kompletno bila ispunjena zemljanim materijalom te kroz nju nije bila moguća odvodnja nikakvih voda. Ranije je cijev nesumnjivo služila za odvodnju voda s druge strane ceste koje se slijevaju u kanal niz padinu te odvodnje nabujalih voda iz zdenca. Njezino zaštopavanje svakako je imalo kritičan utjecaj na pojavu klizišta.

Samo klizište je manjeg obima, rotacijskog je tipa. Čelo klizišta nalazi se uz samu cestu. Širina klizišta je cca. 12,0 -12,5 m (slika 8), dok je dužina pokrenutog materijala cca do 15,0 m. Dubinu klizišta



Slika 8. Pogled na klizište Obadići u smjeru istoka. Jasno je vidljivo čelo klizišta

možemo smatrati plitkom a kreće se cca. 2,5 – 3,5 m dubine. Zona usijedanja je dužine cca. 3,0-3,5 m, dok je preostalo zona akumulacije cca. 11,5-12 m. Glavna pukotina klizišta je jasno izražena kao i bokovi klizišta koji su djelomično nestabilni zbog koherentnog materijala i vode koja se sa viših predjela procjeđuje kroz njih u tijelo klizišta. Pad terena nizbriježne strane je cca. 11°-12°, dok je pribriježna strana u nagibu 8°-10°. Generalni smjer pada nagiba lokacije je od sjevera, sjeverozapada prema jugoistoku. Cesta je izgrađena na nasipanom materijalu (slika 9) koji je nabijan u slojevima a isto tako je svaki sloj od različitog materijala.



Slika 9. Pogled na slojeve nasipa ispod ceste



2.2. ISTRAŽNO BUŠENJE I TERENSKI ISTRAŽNI RADOVI

Istražni radovi načinjeni su u svrhu određivanja razine podzemne vode, karakteristika tla na lokaciji, uzroka nastanka klizanja te za potrebe dimenzioniranja potporne konstrukcije. Načinjeni su u skladu sa Zakonom o prostornom uređenju NN 153/13, Zakonom o gradnji NN 153/13, člankom 8 Pravilnika o tehničkim normativima za temeljenje građevinskih objekata Sl. 15/90, te prema smjernicama i uputama Eurokoda 7 (Geotehnički podaci i geotehničko projektiranje).

Terenski istražni radovi obavljani su veljači 2018. god. a sastojali su se od:

- Inženjersko geotehničke prospekcije terena za sve lokacije;
- Izrade dvije (2) bušotine do dubine 3,0 m odnosno 6,5 m (Obadići), dubine 2,8 m odnosno 3,5 m (Pećine);
- Ispitivanja krilnom sondom te penetrometrom (u sitnozrnatim tlima);
- Uzimanja uzoraka tla za laboratorijska ispitivanja tla.
- Ispitivanje Schmidt-ovim čekićem u zasjeku (Stog i Ravenski) - zbog nemogućnosti pristupa strojem, a velikim dijelom zbog vremenskih prilika (snijeg) nije bilo moguće ni ručnom metodom bušenja postići zadovoljavajući obim radova, te se pristupilo gore navedenim metodama ispitivanja.

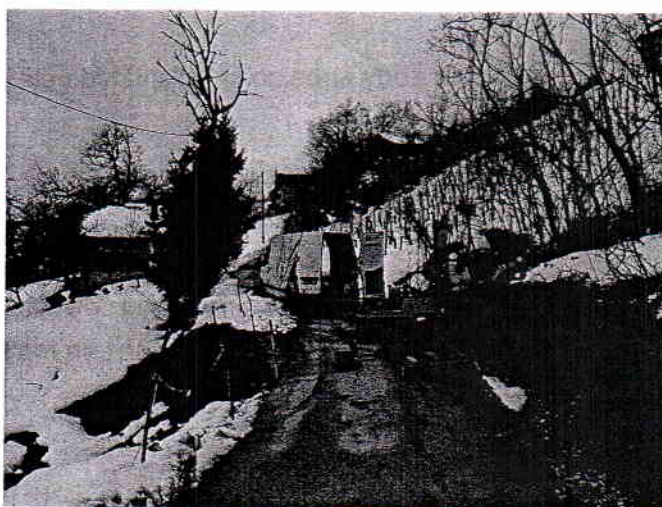
Bušotina Obadići i Pećine B-1 je izvedena strojno sa bušaćom garniturom Dril-17,5, dok je bušotina Obadići i Pećine B-2 izvedena ručno na tijelu klizišta zbog nemogućnosti pristupa strojem.

Tijekom terenskih istražnih radova obavljana je terenska AC klasifikacija tla, uzimani su neporemećeni i poremećeni uzorci tla, te je praćena pojava i razina podzemne vode prilikom istražnih radova.

Razmještaj istražnih radova prikazan je na situacijskom planu za svaku lokaciju klizišta. Rezultati dobiveni geotehničkim istražnim bušenjem i terenskom klasifikacijom dani su u nastavku poglavlja.



(a)



(b)

Slika 15. Položaj bušotina na klizištu Obadići (a);
izvođenje terenskog istražnog bušenja na Obadići B1 (b)



Obadići B1

- 0,00 – 0,80 Nasip, građevinski otpad, kamen lomljenac, glina;
- 0,80 – 2,10 Smeđe siva glina visoke plastičnosti $I_p=22,70-24,36\%$, polukrute konzistencije $I_c=1,09-1,16$, bez sjaja i bez mirisa. Sadrži kongregacije vapnenca promjera zrna do 3 mm. Ima 5 udaraca standardnog penetracijskog pokusa cilindrom;
- 2,10 – 4,30 Smeđa glina srednje plastičnosti $I_p=14,24\%$, kruto plastične konzistencije $I_c=0,70$, bez sjaja i bez mirisa. Ima 9 udaraca standardnog penetracijskog pokusa cilindrom;
- 4,30 – 5,20 Sivo smeđa glina visoke plastičnosti $I_p=31,09\%$, kruto plastične konzistencije $I_c=0,85$, bez sjaja i bez mirisa;
- 5,20 – 6,00 Siva laporovita glina visoke plastičnosti $I_p=23,33\%$, polukrute konzistencije $I_c=1,30$, bez sjaja i bez mirisa. Ima 23 udarca standardnog penetracijskog pokusa šiljkom;
- 6,00 – 6,50 Laporoviti pješčenjak

Prilikom istražnih radova u bušotinu je prodirala površinska i procjedna voda tako da je po završetku bušenja voda bila na dubini od 2,9 m.

Obadići B2 (bušotina na kliznom tijelu)

- 0,00 – 0,70 Nasip, glina pomiješana s biljkama u stanju lignifikacije;
- 0,70 – 2,00 Smeđa glina srednje plastičnosti, meko plastične konzistencije, bez sjaja i bez mirisa. Ima 2-4 udarca standardnog penetracijskog pokusa cilindrom;
- 2,00 – 3,00 Laporoviti pješčenjak.

Prilikom istražnih radova u bušotinu je prodirala površinska i procjedna voda tako da je po završetku bušenja voda bila na dubini od 0,6 m.

Geotehnička kategorizacija

Prema HRN EN 1997 – 1:2004+AC:2009, EUROKOD 7: geotehničko projektiranje, 1. dio opća pravila izvršena je geotehnička kategorizacija s obzirom na značajke lokacije i građevine:



Tablica 1 Geotehnička kategorizacija prema EC7

geotehnička kategorija	2.
općenito	Uobičajena vrste konstrukcija i temelja, koja ne uključuju pretjerane opasnosti, neobične ili izuzetno teške uvjete u temeljnom tlu ili uvjete opterećenja, te je moguće uz kvantificirane geotehničke podatke i analize rutinskim postupcima provesti projektiranje i gradnju temelja sa zanemarivim opasnostima za vlasništvo i živote.
geotehnički hazard	Srednji
uvjeti u tlu	Mogu se odrediti iz provedenih istražnih radova.
podzemna voda	Prilikom istražnih radova u iskop je prodirala površinska i procjedna voda tako da je teško odrediti stvarnu razinu podzemne vode, međutim ona se kreće u intervalu od 0,6 – 2,9 m.
osjetljivost konstrukcije	Pretpostavlja se srednja.
projektni postupci	Projekt temeljenja potporne konstrukcije / projekt zaštite.
utjecaj okoliša	Rješava se rutinskim postupcima dimenzioniranja.
okolina	Ne postoji veća opasnost od oštećenja okolnih građevina zbog udaljenosti postojećih građevina te uvjeta i načina temeljenja.

Na temelju nabušenih slojeva, tlo u klizištu možemo podijeliti u četiri geotehničke sredine:

- **GEOTEHNIČKA SREDINA 0**

U površinskom sloju se nasip, građevinski otpad, kamen lomljenac i biljke u stanju lignifikacije dubine do 0,7 m, odnosno 0,8 m.

- **GEOTEHNIČKA SREDINA 1**

Ispod sloja nasipa se nalazi smeđe do siva glina, srednje do visoke plastičnosti $I_p=14,24-31,09\%$, kruto plastične do polukrute konzistencije $I_c=0,70-1,16$, bez sjaja i bez mirisa. Na kliznom tijelu ovaj sloj je natopljen vodom te je meko plastične konzistencije srednje plastičnosti. Sporadično sadrži konkrecije vapnenca promjera do 3 mm. Ima 4 do 9 udaraca standardnog penetracijskog pokusa cilindrom. Sloj seže do dubine od 2,0 m, odnosno 5,2 m. Terenskim ispitivanjima ručnim penetrometrom dobivene su slijedeće vrijednosti u ovoj geotehničkoj sredini:

Oznaka bušotine (B)	Dubina ispitivanja (m)	Jednoosna tlačna čvrstoća tla q_u (kN/m ²)
Obadići B1	2,00-3,00	18 - 35
Obadići B2	0,80-1,50	6 - 16



Ispitivanjima na uzorcima ručnom krilnom sondom dobivene su slijedeće vrijednosti u ovoj geotehničkoj sredini:

$$\tau_{u\ min} = 7 \text{ do } 16\text{kPa}; \quad \tau_{u\ max} = 12 \text{ do } 38\text{kPa} \quad \text{te} \quad \tau_{u\ prosj} = 18\text{kPa}$$

- GEOTEHNIČKA SREDINA 2**

Siva laporovita glina visoke plastičnosti $I_p=23,33\%$, polukrute konzistencije $I_c=1,30$, bez sjaja i bez mirisa. Ima 23 udarca standardnog penetracijskog pokusa šiljkom. Ovaj sloj je prijelaz u laporoviti pješčenjak.

- GEOTEHNIČKA SREDINA 3**

Laporoviti pješčenjak

U sloju laporovitog pješčenjaka su završene bušotine.

Prilikom istražnih radova u iskop je prodirala površinska i procjedna voda tako da je teško odrediti stvarnu razinu podzemne vode, međutim ona se kreće u intervalu od 0,6 – 2,9 m.

Dubina, m	AC klasif	Simbol tla	w _o %	w _p %	I _p %	I _c	Φ, °	c, kN/m ²	M _v MN/m ²	SPP n	Opis sloja
1,0											Nasip, građevinski otpad, kamen lomljenac, glina;
0,8										5 n	
2,0	CH		25,91	28,00	22,70	1,09	25,0	9,16	5,03		Smeđa siva glina visoke plastičnosti $I_p=22,70-24,36\%$, polukrute konzistencije $I_c=1,09-1,16$, bez sjaja i bez mirisa. Sadržji kongregacije vapnenca promjera zrna do 3 mm. Ima 5 udaraca standardnog penetracijskog pokusa cilindrom;
2,1			24,09	27,94	24,36	1,16					
3,0										9 n	
2,9											
4,0	CI		29,25	25,01	14,24	0,70					Smeđa glina srednje plastičnosti $I_p=14,24\%$, kruto plastične konzistencije $I_c=0,70$, bez sjaja i bez mirisa. Ima 9 udaraca standardnog penetracijskog pokusa cilindrom;
4,3											
5,0	CH		36,25	31,52	31,09	0,85					Sivo smeđa glina visoke plastičnosti $I_p=31,09\%$, kruto plastične konzistencije $I_c=0,85$, bez sjaja i bez mirisa;
5,2										23 §	
6,0	CH		20,89	27,92	23,33	1,30					Siva laporovita glina visoke plastičnosti $I_p=23,33\%$, polukrute konzistencije $I_c=1,30$, bez sjaja i bez mirisa. Ima 23 udaraca standardnog penetracijskog pokusa šiljkom;
6,0											Laporoviti pješčenjak.
6,5											
7,0											
8,0											
9,0											
10,0											
11,0											
12,0											
13,0											
14,0											
15,0											

Bušač:
Marko Obrstar

Geotehnička interpretacija:
Miro Mikec, dipl.ing.geoteh. i građ.
Manuela Kaniški, mag.ing.geoinž.

LEGENDA:

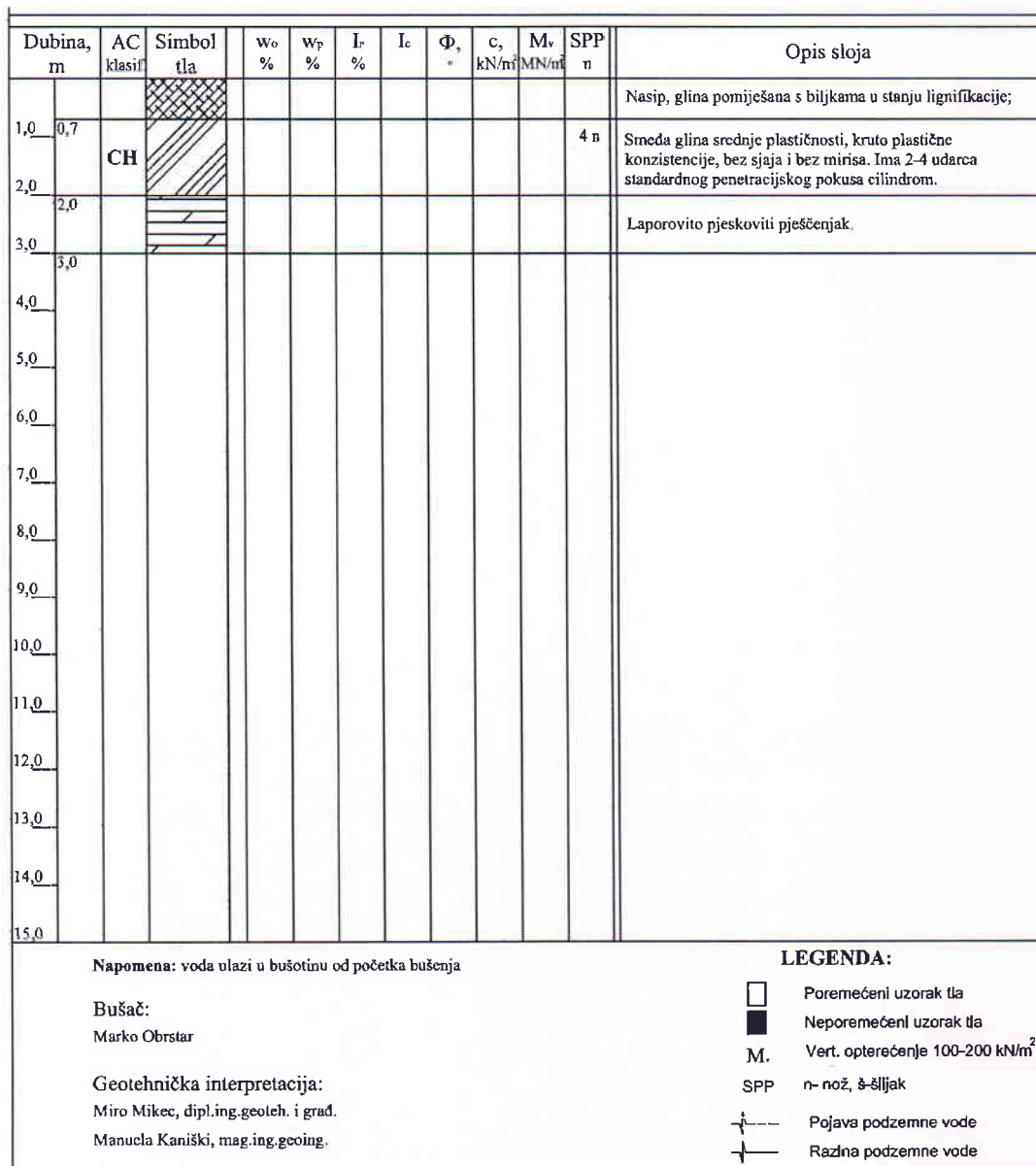
- Poremećeni uzorak tla
- Neporemećeni uzorak tla
- Vert. opterećenje 100-200 kN/m²
- SPP n- nož, š-šiljak
- Pojava podzemne vode
- Razina podzemne vode

Slika 16. Sondažni profil bušotine Obadići B1



Ured ovlaštenog inženjera građevinarstva
dr.sc. Matija Orešković, dipl.ing.građ.
Jalkovečka 80, 42000 Varaždin

Investitor: Općina JESENJE, Gornje Jesenje 103
Građevina: KLIZIŠTA NA NERAZVRSTANOJ CESTI
I OPĆINI GORNJE JESENJE
Lokacije: Jesenje - Cerje Obadići, Lužani Stog, Pećine, Lužani Ravenski,
OZNAKA EL.: EL-2018-01



Slika 17. Sondažni profil bušotine Obadići B2