I Z V J E Š T A J

O GEOMEHANIČKIM ODLIKAMA TERENA ZA POTREBE IZGRADNJE LOKALNE SAOBRAĆAJNICE OD HOTELA BERANE DO KATASTARSKE PARCELE BR. 1769 KO DONJA RŽANICA U DUŽINI OD OKO 3 KM

OBRAĐIVAČ IZVJEŠTAJA:

Vladan Striković, dipl.ing.geol.

Podgorica

Decembar, 2023. god.

Naziv Izvještaja:	Izvještaj o geomehaničkim odlikama trena za potrebe izgradnje lokalne saobraćajnice od Hotela Berane do katastarske parcele br. 1769 KO Donja Ržanica u dužini od oko 3 km
Investitor:	OPŠTINA BERANE
Obrađivač Izvještaja:	Vladan Striković, dipl.inž. geologije
Vrijeme izrade:	Decembar, 2023. godine

I. OPŠTI DIO

II. TEKSTUALNI DIO

III. GRAFIČKI PRILOZI

I OPŠTI DIO

- **Uvjerenje o položenom stručnom ispitu**

Crna Gora
Ministarstvo ekonomije

Broj: 07-2452/2016-5
Podgorica, 31. oktobar 2018 godine

Ministarstvo ekonomije, na osnovu člana 20 Pravilnika o programu i načinu polaganja stručnog ispita radnika koji rade na poslovima geoloških istraživanja ("Sl. list RCG", br. 1/94), izdaje

UVJERENJE O POLOŽENOM STRUČNOM ISPITU

Vladan Striković, diplomirani inženjer geologije (studijski program Geotehnika), rođen 3.09.1988. godine u Nikšiću, položio je 23. oktobra 2018. godine stručni ispit za radnike koji rade na poslovima geoloških istraživanja.

MINISTARKA
Dragica Sekulić

Rimski trg 46, 81000 Podgorica
Tel: (+382) 20 482 163, 234 676 Fax: (+382) 20 234 027
Web: www.mek.gov.me

II TEKSTUALNI DIO

S A D R Ž A J

1. UVOD 2
2. VRSTA I OBIM IZVEDENIH ISTAŽIVANJA ZA NIVO PRELIMINARNOG IZVJEŠTAJA 3
   2.1. Terenski istražni radovi – rekognosciranje terena 3
   2.2. Inženjerskogeološko kartiranje terena 3
3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA 3
   3.1. Geografski položaj istraživanog terena 3
   3.2. Geomorfološka svojstva terena 4
   3.3. Hidrografske odlike područja 4
   3.4. Klima područja 4
   3.5. Saobraćajne veze i naseljenost 4
   3.6. Geološka građa terena 5
   3.7. Hidrogeološka svojstva terena šire zone ispitivane lokacie 5
   3.8. Seizmičnost terena 6
   3.9. Savremeni geološki procesi i pojave 9
   3.10. Fizičko- mehanička svojstva izdvojenih litoloških jedinica 9
4. GEOTEHNIČKI USLOVI REKONSTRUKCIJE SAOBRAĆAJNICE 10
   4.1. Uslovi iskopa, nagibi kosina zasjeka 10
   4.2. Uslovi izgradnje nasipa 11
   4.3. Uslovi fundiranja potpornih konstrukcija 11
5. PREPORUKE PROJEKTANTU 13
6. ZAKLJUČAK 14

IZVJEŠTAJ

o geomahničkim odlikama terena za potrebe izgradnje lokalne saobraćajnice od Hotela Berane do katastarske parcele br. 1769 KO Donja Ržanica u dužini od oko 3 km

1. UVOD

Na zahtjev Glavnog projektanta „Civil Engineer“ d.o.o. - Podgorica izvršena su preliminarna geotehnička istraživanja terena i urađen je ovaj Izvještaj o geomahničkim odlikama terena za potrebe izgradnje lokalne saobraćajnice od Hotela Berane do katastarske parcele br. 1769 KO Donja Ržanica u dužini od oko 3 km.

Rekognosciranje i kartiranje terena vršeno je tokom decembra mjeseca 2023. godine.

Na osnovu preliminarnih rezultata terenskih istraživanja i na osnovu literaturnih podataka urađen je ovaj Izvještaj o geološkom stanju terena.

Za izradu ovog Izvještaja korišćene su odgovarajuće topografske, geodetske podloge, raspoloživa geološka, inženjerskogeološka i hidrogeološka dokumentacija i literaturni podaci koji se odnose na to područje.

U Izvještaju su dati podaci o morfologiji, litološkom sastavu, hidrogeološkim svojstvima i seizmičnosti terena, kao i o inženjerskogeološkim svojstvima izdvojenih sredina. Kroz posebno poglavlje predstavljeni su geotehnički uslovi izgradnje-rekonstrukcije predmetne saobraćajnice i preporuke Projektantu.

Izvještaj je uradio Vladan Striković dipl.inž. geologije.

2. VRSTA I OBIM IZVEDENIH ISTAŽIVANJA ZA NIVO PRELIMINARNOG IZVJEŠTAJA

2.1. Terenski istražni radovi – rekognosciranje terena

Terenska geotehnička i hidrogeološka istraživanja su izvedena radi sagledavanja svojstava i stanja u geološkoj sredini u zoni sadejstva predmetnog objekta - saobraćajnice i geološke sredine. Posebno su važni geološka građa, hidrogeološka svojstva, fizičko-mehanička svojstva stijenskih masa i savremeni geološki procesi i pojave od kojih direktno zavise geotehnički uslovi izgradnje-rekonstrukcije predmetne saobraćajnice.

Za poterebe određivanja geotehničkih uslova izgradnje-rekonstrukcije saobraćajnice izvedeno je detaljno inženjerskogeološko kartiranje terena.

2.2. Inženjerskogeološko kartiranje terena

Inženjerskogeološko kartiranje je izvršeno kombinovanom metodom tj. prekrivanjem površine terena mrežom tačaka osmatranja, ispitivanjem izdanaka, praćenjem granica i korišćenjem rezultata drugih postupaka istraživanja. Obzirom na razmjeru, kartiranje je izvedeno uprošćenim instrumentalnim putem tj. sa lociranjem tačaka premjeravanjem pantljikom od obilježenih geodetskih profila.

Pri kartiranju je naročita pažnja posvećena razdvajanju osnovne stijene i kvartarnog pokrivača i aktivnosti savremenih egzodinamičkih procesa.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1. Geografski položaj istraživanog terena

Teren koji je predmet istraživanja po ovom Izvještaju prikazan je na topografskoj osnovi R 1:25000, list: Ivanangrad istok. Prema administrativnoj podjeli prostor na kom se predmetna lokacija nalazi pripada Opštini Berane.

Koordinate početne i završne tačke dionice lokalnog puta koji se rekonstruše su:

1. st km 0+000 Y = 7 408 786 X = 4 745 346
2. st km 2+994 Y = 7 408 681 X = 4 742 484

Položaj istražnog prostora je prikazan na prilozima broj 1 i 2.

3.2. Geomorfološka svojstva terena

U morfološkom pogledu područje istraživanja je ravničarski i blago zatalasani dio Beranske kotline. Nagib terena je od 10 do 15^0. Prema sjeveru je samo mjesto Budimlje, odnosno polje sa rudnikom uglja. Po polju je usječeno korito rijeke Lim. Okolo polja se uzdižu uzvišenja i brda, prema zapadu Jasikovac (737 mnv), prema istoku Jasikovac (737 mnv), Bukovac (973 mnv), Glavica (098 mnv). Kote terena se krecu od 677-703mnv.

Sami teren saobraćajnice pripada aluvijalnim sedimentima rijeke Lim. Izrazito različite mehaničke otpornosti stijenskih masa, a samim tim i otpornost na process raspadanja i denudacije, uslovili su selektivnu eroziju.

Današnji izgled lokacije saobraćajnice formiran je procesom deponovanja kvartarnih sedimenata (aluvijalno-terasnog materijala), površinskim spiranjem istih i antropogenim djelovanjem, odnosno radovima na izgradnji postojećih objekata i lokalnih saobraćajnica, te uređenjem terena i nasipanjem na širem području istraživanja. Osim toga na izgled lokacije uticali su i prosesi planarnog spiranja materijala sa okolnih brda, po obodu Beranskog polja.

3.3. Hidrografske odlike područja

Šire područje Berana odlikuje se generalno integrisanom hidrografskom mrežom vodotoka. Centralni vodotok je Lim, a prema njemu gravitiraju svi ostali veši i manji vodotoci. U istočnom dijelu Beranske kotline, odnosno području Budimlja izdvajaju se Brnjica i Dapsiška rijeka, te njihove pritoke Zagradska rijeke i Makva.

Površina sliva rijeke Lima na području Berana iznosi oko 1283 km^2, a srednji višegodišnji proticaj na profilu Berana je 46.9 m^3/s.

3.4. Klima područja

Najvažnije klimatske karakteristike područja su količina padavina, temperatura vazduha i vjetar. Prema režimu padavina područje Berana pripada umjereno kontinentalnom. Odlikuje se češćim padavinama u prvoj polovini ljeta i oktobru a minimumom u februaru. Srednja godišnja količina padavina na kišomjernoj stanici Berane je 936.4 mm prema podacima RHMZ Podgorica. Srednje godišnje temperature vazduha su relativno niske i kreću se u granicama od 7.4 do 8.9^0C. Što se tiče vjetrova oni na području Berana duvaju iz različitih smjerova, a najčešći su iz pravaca sjevera i juga.

3.5. Saobraćajne veze i naseljenost

O pogledu saobraćajnih veza kroz grad Berane prolazi magistralni put Podgorica-Kolašin-Mojkovac-Berane-Rožaje, put M-2. On je dio evropskih putnih pravaca E 65 i E 80 kroz Crnu Goru, koji idu od juga od Debelog Brijega a izlaze u Špiljanima na granici sa Srbijom. Pored ovog putnog pravca od Berana do Andrijevice ide regionalni put R-2 i do mjesta Kalače takođe regionalni put R-20. Osim njih imamo i mrežu seoskih i šumskih puteva. U pogledu naseljenosti područje istraživanja je relativno dobro naseljeno jer je u neposrednoj blizini grada.

3.6. Geološka građa terena

Područje istraživanja izgrađuju sedimenti trijaske, jurske, oligo-miocenske i kvartarne starosti. U tektonskom pogledu područje spada u Limsku tektonsku jedinicu.

U podlozi terena su trijaski sedimenti i to anizijski (T_2^1) krečnjaci, dolomitični krečnjaci i dolomiti, te ladinski (T_2^2) krečnjaci sa rožnacima. Diskordantno preko njih su nataloženi sedimenti jurske (J_3^3) dijabaz-rožnačke formacije predstavljeni pješčarima, rožnacima, glincima, laporcima i laporovitim krečnjacima. Debljina sedimenata dijabaz-rožnačke formacije je promjenljiva a prema OGK lista „Ivangrad" 1:100 000 može biti i do 350 m.

Oligo-miocenski (Ol,M), jezerski sedimenti su razvijeni u Limskoj dolini okoline Berana. Litološki sastav čine laporci, gline, pijeskovi, pješčari a ređe šljunkovi i konglomerati sa slojevima uglja. Laporci su dominantni a njihovi izdanci su vidljivi i na površini terena.

Kvartarni sedimenti na području istraživanja su predstavljeni aluvijalnim (al) nanosom i rijčnim terasama (t1-t3). Aluvijalni nanos ispunjava korito rijeke Lima i njegovih pritoka. Uglavnom je izgrađen od šljunka, pijeska, mulja i pjeskovite gline. Terase rijeke Lima su razvijene u području Beranske kotline. U njihovoj građi učestvuju slabo vezani konglomerati, šljunak, pijesak, glina i valutci stijena. Njihova debljina se kreće od 5 do 30 m.

Geološka karta šire okoline lokacije objekta data je u prilogu broj 2.

3.7. Hidrogeološka svojstva terena šire zone ispitivane lokacije

Razlikujemo vodopropusne, vodonepropusne stijene i hidrogeološke komplekse.

U podlozi su dobro vodopropusne stijene, pukotinske i kaverozne poroznosti (krečnjaci i dolomiti). U njima je formirana razbijena, karstna izdan. Krečnjaci sa rožnacima su slabije vodopropusni, pukotinske poroznosti. U njima može biti prisutna pukotinska izdan. Dobro vodopropusni su i aluvijalni sedimenti, intergranularne poroznosti. U njima je formirana zbijena izdan sa slobodnim nivoom.

Vodonepropusne stijene su jezerski, oligo-miocenski sedimenti.

Hidrogeološki kompleksi su terasni sedimenti i stijene dijabaz-rožnačke formacije. Terasni sedimenti mogu biti dobro vodopropusni, slabovodopropusni ili vodonepropusni u zavisnosti od sastava, prevashodno od procentualnog učešća glinovite komponte i stepena vezanosti. Stijene dijabaz-rožnačke formacije su kompleks slabo vodopropusnih i vodonepropusnih sedimenata. Izdan može biti formirana u površinskom dijelu i to kao slaba, pukotinska.

Generalno posmatrano lokaciju predmetne saobraćajnice grade terasni sedimenti, dobro vodopropusni, slabovodopropusni ili vodonepropusni u zavisnosti od sastava, prevashodno od procentualnog učešća glinovite komponte i stepena vezanosti.

Očekivani nivo podzemne vode je u hidrauličkoj vezi sa nivoom vode rijeke Lim.

3.8. Seizmičnost terena

Seizmička svojstva lokalne geotehničke sredine detaljno su istraživana u okviru seizmoloških, geomehaničkih i geofizičkih istraživanja za potrebe izrade seizmoloških podloga i seizmičke mikrorejonizacije urbanog područja Berana.

Na osnovu dobijenih rezultata dosadašnjih istraživanja izvršeno je definisanje karakterističnih geotehničkih modela kojima se šire područje može predstaviti za dinamičku analizu na pobude od zemljotresnih uticaja.

Kao mjerodavni, za predmetnu lokaciju određeni su sledeći parametri za seizmičko projektovanje i gradnju:

- Stepen seizmičkog intenziteta VIII (osmi)
- Koeficijent seizmičkog intenziteta Ks 0.079-0.090
- Koeficijent dinamičnost Kd 0.079-0.090
- Ubrzanje tla Qmax 0.283

Na osnovu podataka da se područje Berana nalazi u zoni VIII stepena seizmičnosti po MCS skali, pri projektovanju i izgradnji objekata treba se pridržavati propisa o temeljenju objekata, uz uvažavanje datih seizmičkih parametara.

Prema EUROCOD-u 8 predmetna lokacija može se svrstati u „C“ kategoriju tla:

Tabela broj 1: Klasifikacija tla uz detaljniji opis geološkog profila za tipove tla A - D

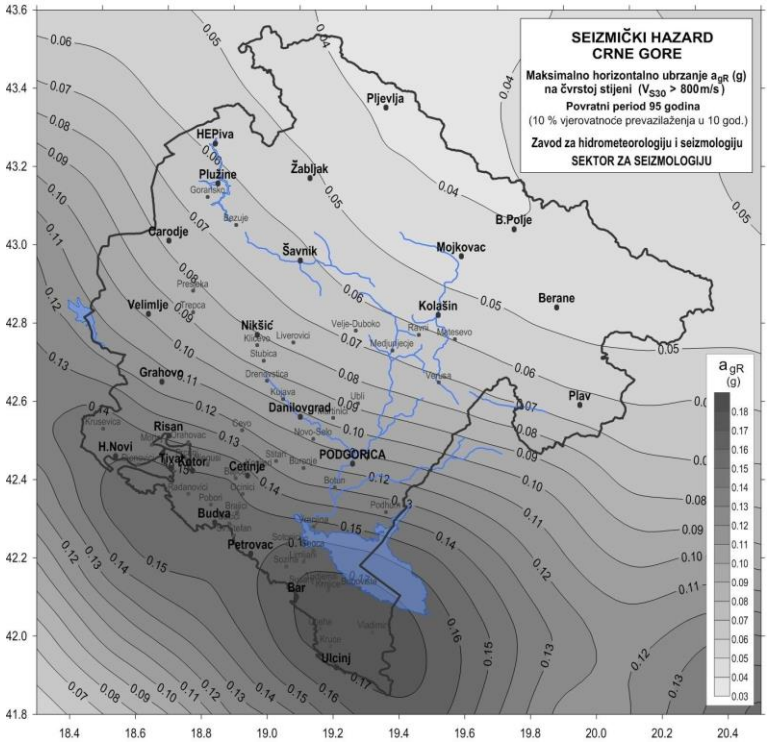
Tip tla	**Opis geološkog profila**	**parametri**		
		$v_{s,30}$ **(m/s)**	N_{SPT} **(udarci/30 cm)**	C_u **(kPa)**
A	Stijena ili slična geološka formacija, uključujući i najviše 5 metara slabijeg materijala na površini kao što su: krečnjaci i dolomiti slojevito masivne i bankovite teksture, velike otpornosti na mehanička i erozivna dejstva, rožnaci, pješčari, škriljci, kvarciti i slične stijene	> 800	-	-
B	Depoziti veoma zbijenog pijeska, šljunka ili veoma čvrste gline, najmanje nekoliko desetina metara debljine, koje karakteriše postepeno povećanje mehaničkih karakteristika sa dubinom: glacijalni, glacio-fluvijalni, jezerski šljunkovi, pjeskovi i gline, aluvijalno- proluvijalni meterijali šljunkovito-glinovito i glinovito-drobinskog sastava i slični sedimenti	360-800	> 50	> 250

C	Debeli depoziti zbijenog ili srednje zbijenog pijeska, šljunka ili tvrde gline sa debljinom od nekoliko desetina metara do više stotina metara: aluvijalni i aluvijalno-proluvijalni šljunkovi, pjeskovi i gline i slično tlo	180 - 360	15 - 50	70 – 250
D	Depoziti slabo do srednje zbijenih nekohezionih tla (sa ili bez mekih kohezionih proslojaka) ili dominantno mekih do čvstih kohezionih tla kao što su: pjeskovi sitnozrnog sastava, neravnomjerno konsolidovani, nepostojane stabilnosti i slično tlo	< 180	< 15	< 70
E	Profil tla koji se sastoji od površinskog aluvijalnog sloja sa vrijednostima $v_{s,30}$ tipa C ili D i debljine između 5 i 20 metara, ispod kojeg se nalazi čvršći materijal sa $v_{s,30}$ > 800 m/s			
S1	Depoziti koji se sastoje ili sadrže najmanje 10 metara debeo sloj mekih glina/ mulja sa visokim vrijednostima indeksa plastičnosti (PI > 40) i visokim sadržajem vode	< 100 (približno)	-	10 –20
S2	Depoziti tečnih tla mekih glina, ili bilo koji drugi profil tla			

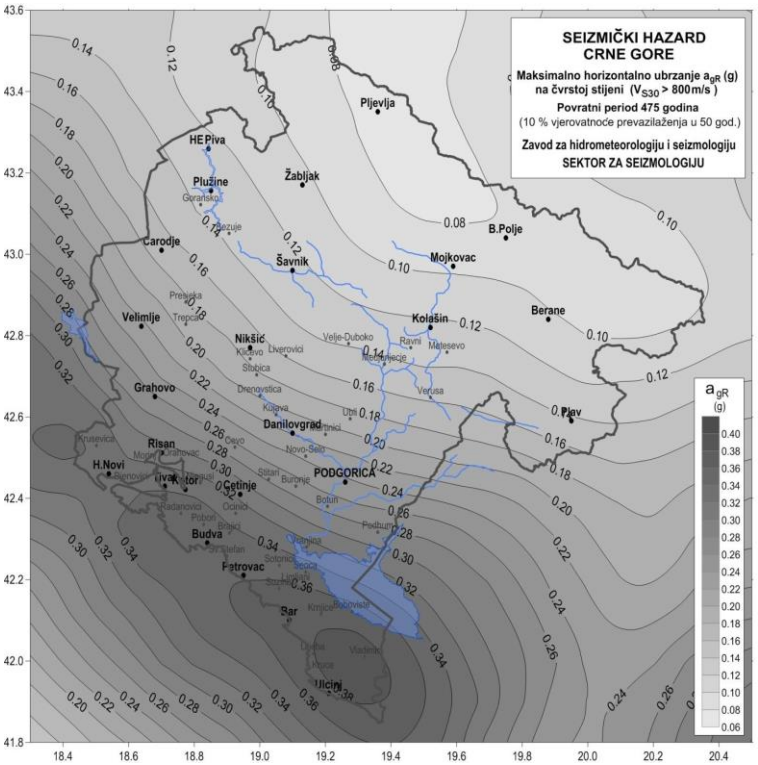
Očekivana prosječna maksimalna ubrzanja u karakterističnoj zoni po EUROCOD-8, za POVRATNI period VREMENA (t) od 475 godina je:

a_{gR} (g) = 0.104

a_{gR} (m/s^2) = 1.02



Slika br. 1 - Izolinije referentnog horizontalnog ubrzanja tla *agR* u djelovima gravitacionog ubrzanja Zemlje *g* (*g* = 9,81 m/s^2) za povratni period od 95 godina (vjerovatnoća prevazilaženja događaja 10% u 10 godina).



Slika br. 2 - Izolinije referentnog horizontalnog ubrzanja tla a_{gR} u djelovima gravitacionog ubrzanja Zemlje *g* (*g* = 9,81 m/s^2) za povratni period od 475 godina (vjerovatnoća prevazilaženja događaja 10% u 50 godina)

3.9. Savremeni geološki procesi i pojave

Od savremenih geoloških procesa i pojava u široj okolini područja istraživanja prisutan je proces planarne erozije i denudacije.

3.10. Fizičko- mehanička svojstva izdvojenih litoloških jedinica

Na osnovu analize postojeće dokumentacije, inženjerskogeološkog kartiranja predmetne geološke sredine, izdvojeni su litotipovi koje karakterišu određena inženjerskogeološka svojstva i fizičko-mehaničke karakteristike.
Na osnovu istraživanja i dosadašnjeg poznavanja terena možemo reći da je izgrađen od kompleksa nevezanih i poluvezanih stijena koje su predstavljene terasnim sedimentima rijeke Lim (šljunak, pjesak, glina, prašina...).

Izdvojene inženjerskogeološke sredine su prikazane od površine terena po dubini kako slijedi:

Sredina 1 – Nasip, n (šlj,p,pr,g,dr) – konstatovan je duž cijele dionice, u užoj zoni postojećeg puta, u podlozi, odnosno u trupu puta kao i na proširenjima pored puta. Ova sredina je primarno nastala pri izgradnji puta. Nasip je heterogenog sastava, uglavnom od drobine i blokova osnovnih stijena, pretežno šljunka koja je pomješana sa prašinasto-glinovitim i pjeskovitim materijalom. Sredina je relativno dobro zbijena i konsolidovana, uglavnom suva ili mjestimično vlažna.

Usvojene vrijednosti fizičko-mehaničkih parametara su:

- Zapreminska težina $\gamma = 19.5 – 20.5$ kN/m^3
- Ugao unutrašnjeg trenja $\varphi = 28\text{-}30^o$
- Kohezija $c = 0\text{-}10$ kN/m^2
- Modul stišljivosti $Ms = 30000$ kN/m^2
- Prema GN-200 pripadaju **II – III** kategoriji

Sredina 2 – aluvijalni sediment (al), šljunak i pijesak sa prašinastom ispunom sive boje, valutci do 10cm prečnika – pripada inženjerskogeološkoj grupi nevezanih stijena, intergranularne poroznosti sa koeficijentom filtracije po USBR-u $k_f < 10^{-4}$ cm/s. Debljine je preko 10, m. Granulat je solidno što mu daje srednju zbijenost. Prema rezultatima analize granulometrijskog sastava iz fondovske dokumetacije sadrži do 40% frakcije šljunka, 41-59% frakcije pijeska i 15-31% frakcije prašine.

Procijenjene vrijednosti parametara čvrstoće su:

- Zapreminska težina $\gamma = 18.5 – 20.0$ kN/m^3
- Ugao unutrašnjeg trenja $\varphi = 29\text{-}32^o$
- Kohezija $c = 0$ kN/m^2
- Modul stišljivosti $Ms = 8000\text{-}10000$ kN/m^2
- Prema GN-200 pripadaju **II – III** kategoriji

Prije fundiranja objekata – potpornih zidova u ovoj sredini neophodna je priprema temeljnog tla i tampona u vidu nabijanja po slojevima i valjanja do projektovanog modula stišljivosti koji treba provjeriti kružnom pločom. Tampon treba da je odgovarajući i iz lokalnih pozajmišta građevinskog materijala.

Sredina 3 – terasni sedimenti (t_1-t_3) **-** terasni sedimenti spadaju u nevezane i poluvezane, slabo okamenjene i neokamenjene sedimente. Javljaju se kao sitnozrni do krupnozrni. Slabije vezani i slabo okamenjeni su cementovani pijeskovi i šljunkovi u vidu konglomerata. Vezivo im je karbonatno ili glinovito. To je heterogen, nesortiran kompleks. Veličina zrna varira od sitnog pijeska do valutaka prečnika 50 cm.

Procijenjene vrijednosti parametara čvrstoće su:

- Zapreminska težina $\gamma = 18.5 – 22.0$ kN/m^3
- Ugao unutrašnjeg trenja $\varphi = 26\text{-}30^o$
- Kohezija $c = 0\text{-}10$ kN/m^2
- Modul stišljivosti $Ms = 5000\text{-}8000$ kN/m^2
- Prema GN-200 pripadaju **II – III** kategoriji

Prije fundiranja objekata – potpornih zidova u ovoj sredini neophodna je priprema temeljnog tla i tampona u vidu nabijanja po slojevima i valjanja do projektovanog modula stišljivosti koji treba provjeriti kružnom pločom. Tampon treba da je odgovarajući i iz lokalnih pozajmišta građevinskog materijala.

4. GEOTEHNIČKI USLOVI REKONSTRUKCIJE SAOBRAĆAJNICE

Geotehnički uslovi rekonstrukcije predmetne saobraćajnice su promjenljivi i zavisni su prije svega od geološke građe (litostratigrafske i litogenetske karakteristike, starost i sklop stijenske mase), fizičko mehaničkih svojstava, diskontinualnosti, geomorfoloških (nagibi površine terena i karakteristični oblici reljefa) i hidrogeoloških karakteristika terena, savremenih geoloških procesa i pojava (površinsko raspadanje, klizanje, odronjavanje, erozija).

4.1. Uslovi iskopa, nagibi kosina zasjeka

Uslovi iskopa su relativno povoljni. Radiće se proširenja manjeg obima na blagim kosinama i iskopi za potporne konstrukcije. Zastupljene kategorije iskopa su od II do III, po GN-200 kategorizaciji. To znači da se najveći dio iskopa može izvesti mašinskim putem, rovokopačima i pikamerima.

Iskop za temelje potpornih zidova i poluobjekta, koji bi se izvodio u aluvijalnim i terasnim naslagama do dubine 2,5-3,5 m, ne mora se podgrađivati ako se vrši u kampadama ne dužim od 4-5 m. Takođe, ukoliko je moguće predlaže se izvođenje radova u sušnom periodu.

Najstrmiji nagib kosina zasjeka u zemljištu I, II i III kategorije iznosi 1:1 kad visina

ne prelazi 3m. Za visine veće od 3m nagib je 1:1.5. Ukoliko se ovaj nagib ne može ispoštovati onda ići sa potpornim zidom do određene visine a potom formirati kosinu u predviđenom nagibu

4.2. Uslovi izgradnje nasipa

Za nove nasipe se mora koristiti materjal koji mora da zadovolji minimalni faktor stabilnosti Fs=1,4, shodno standardu JUS U.C4.200. U nasipe ugrađivati ***krečnjačku drobinu*** koja treba da zadovolji minimalne parametre otpornosti na smicanje:

- ugao unutrašnjeg trenja $\varphi=45^o$,
- koheziju c=0 kN/m^2,
- a zapreminsku težinu γ=22 kN/m^3,

ali i druge tehničke uslove:

- da nije osjetljiv na prisustvo vode i da je postojan na atmosferske uticaje, tj. da u sebe ne sadrži glinovito-prašinastu frakciju (ugradnjom vodopropusnih slojeva sprečava se kapilarno penjanje vode iz podine);
- granulaciju materjala U=d60/d10 ≥ 4;
- u početnim slojevima nasipa poželjno je ugrađivati i krupnije komadi drobine do 30-40 cm;
- materjal se ne smije ugrađivati na smrznuto tlo;
- materjal ugrađivati u slojevima od po 30cm;
- izvršiti zbijanje u slojevima (vibrovaljcima, vibronabijačima),
- raditi poprečni nagib slojeva pri ugradnji od 4% radi odvodnje;
- u cilju dobijanja jednog homogenog tijela nasipa i podtla, predvidjeti gdje treba stepeničasto povezivanja, a tamo gdje nagib podtla nije zahtjevan, pripremiti podtlo uklanjanjem tla sa povećanim sadržajem glinovito-prašinastih frakcija i valjanjem za postavljanje prvih slojeva nasipa.

Kosine novih nasipa izvoditi sa nagibom 1:1.25, do 1:1.5 (najprihvatljiviji), a što treba da zavisi od materjala koji se ugrađuje, kao i načina ugradnje. Nasip izvoditi u slojevima od po 30 cm, uz konstantno valjanje, do postizanja traženog modula stišljivosti od Ms=50 MN/m^2 za donje slojeve, i Ms=90 MN/m^2 za prvi i drugi tamponski sloj.

4.3. *Uslovi fundiranja potpornih konstrukcija*

Prema rezultatima dobijenim terenskim i laboratorijskim ispitivanjima zaključak je da se može izvesti plitko fundiranje objekata-potpornih zidova u aluvijalnim i terasnim sedimentima (šljunak, pjesak i obluci).

Proračun dozvoljenog opterećenja na tlo izveden je modifikovanom metodom Brinč-Hansena uz pretpostavku da će se opterećenje na tlo prenositi preko temeljnih traka za slučaj vertikalnog opterećenja temelja. Za proračune je usvojena dimenzija temeljnih traka B=1,0 i 1,2m a za dubine fundiranja za temeljne traka D_f=1,5 i 2,0m.

Usvojene sigurnosne vrijednosti parametara fizičko-mehaničkih karakteristika korišćene u proračunima su:

γ = 19,5 kN/m³ φ = 29° c = 0 kN/m² Ms=8000 kN/m²

Granično opterećenje temeljnog tla, q_f analizirano je metodom B. Hansen-a:

$$q_f = 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma + c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q$$

gdje je:

c - kohezija
γ - zapreminska težina tla iznad kote fundiranja
γ_1 - zapreminska težina tla ispod kote fundiranja
D_f - dubina fundiranja
B - širina temelja
s_c, s_q, s_γ - faktori oblika temelja
d_c, d_q, d_γ - faktori dubine fundiranja
N_c, N_q, N_γ - faktori nosivosti koji zavise od ugla unutrašnjeg trenja tla
i_c, i_q, i_γ - faktori zakošenosti opterećenja

Pomenuti koeficijenti dati su sledećim izrazima:

$$s_c = s_q = 1 + \frac{0.2B}{L}$$

$$s_\gamma = 1 - \frac{0.4B}{L}$$

$$d_c = 1 + \frac{0.35D_f}{B}$$

$$d_q = d_c - \frac{d_c - 1}{N_q}$$

$$d_\gamma = 1$$

$$N_c = \left(e^{\pi tg\varphi} \cdot tg^2 \cdot (45 + \varphi/2) - 1\right) \cdot \cot g\varphi = (N_q - 1) \cdot \cot g\varphi$$

$$N_q = e^{\pi tg\varphi} \cdot tg^2 \cdot (45 + \varphi/2)$$

$$N_\gamma = 1.8 \cdot N_c \cdot tg^2\varphi = 1.80 \cdot (N_q - 1) \cdot tg\varphi$$

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1.0$$

Analiza je izvršena sa parcijalnim faktorima sigurnosti i to za koheziju Fc = 2.5 i za ugao trenja Fφ = 1.5.
Rezultati proračuna dati su u tabeli br. 2.

tabela broj 2

dubina fundiranja D_f (m)	*Širina temeljnih traka (m)*	***dozvoljeno opterećenje Q_a (kN/m²)***
1.5	1.0	267,70
1.5	1.2	270,00

2.0	1.0	355,32
2.0	1.2	355,94

Kao što se iz proračuna vidi dozvoljeno opterećenje podloge je veliko. Slijeganje je zanemarljivo pošto se radi o praktično nedeformabilnoj sredini za očekivana opterećenja. **Prije fundiranja potpornih zidova u ovoj sredini neophodna je priprema temeljnog tla u vidu nabijanja i valjanja do projektovanog modula stišljivosti (40 Mpa).**

Dimenzionisanje zidova vršiti iz uslova dozvoljenih napona u tlu, stabilnosti na klizanje i stabilnosti na preturanje.

5. PREPORUKE PROJEKTANTU

Za potrebe definisanja geomehaničkih svojstava temeljnog tla i geotehničkih uslova izgradnje - rekonstrukcije predmetne saobraćajnice, izvedena su preliminarna geotehnička istraživanja terena. Obim izvedenih radova predstavlja preliminarne podatke u cilju ubrzanja dinamike radova. Na osnovu korelativnih rezultata istraživanja usvojeni su parametri mjerodavni za proračun dozvoljene nosivosti i određeni su geotehnički uslovi temeljenja objekata – potpornih zidova. Takođe su dati uslovi iskopa, uslovi formiranja zasjeka i novih nasipa. Stoga će u nastavku sažeto biti iznesene samo uopštene preporuke.

- Građevinske radove izvoditi u hidrološkom minimumu, odnosno u sušnom periodu godine;

- Iskop materijala je moguće u potpunosti izvesti mašinskim putem, rovokopačima i pikamerima, pošto materijali najvećim dijlom pripadaju II i III kategoriji iskopa po GN-200 kategorizaciji;

- Najstrmiji nagib kosina zasjeka u zemljištu I, II i III kategorije iznosi 1:1 kad visina ne prelazi 3m. Za visine veće od 3m nagib je 1:1.5. Takodje je obavezno da se iskop vrši „odozgo prema dolje" kako bi se zadržala globalna stabilnos kosina;

- Potporne konstrukcije fundirati u aluvijalnim i terasnim sedimentima (sredine 2 i 3);

- Dimenzionisanje novih potpornih zidova, vršiti iz uslova dozvoljenih napona u tlu, stabilnosti na klizanje i stabilnosti na preturanje;

- U potporne zidove ugraditi barbakane za drenažu površinskih i procjednih voda;

- Radi poboljšanja nosivosti i smanjenja slijeganja temeljnog tla, ispod temelja potpornih zidova ugraditi sloj tampona debljine 0,50m u dva sloja po 0.25m. Zamjenu podtla izvršiti dobro granuliranim, čistim drobljenim krečnjačkim ili prirodnim šljunkovito-pjeskovitim materijalom granulacije 0-50 mm uz maksimalno učešće glinovite komponenete do 3%. Tampon je neophodno uvaljati (zbiti) do modula Ms = 40000 kN/m^2 u slojevima od po 25 cm; Zbijenost tampona provjeravati opitom

kružnom pločom na dovoljnom broju mjernih mjesta i uraditi Izvještaj o izvedenim ispitivanjima;

- Za nasipe koristiti materijal adekvatne granulacije i kvaliteta, prema standardima. Materijal ugrađivati po slojevima i proveravati zbijenost opitom kružne ploče na dovoljnom broju mijernih mijesta. Preporučuje se da nagib kosina nasipa kojim se obezbijeđuje njihova stabilnost bude 1:1.5;

- Postojeće propuste sanirati i po potrebi povećati kapacitet ili izgraditi nove. Kako su propusti predviđeni u zonama gdje put prelazi preko jaruga sa povremnim i uglavnom bujičnim tokovima, preporuka je da se predvide protiv-erozione zaštite uzvodno od propusta kako ne bi došlo do zatrpavanja propusta sa donešenim materijalom. Propusti se mogu fundirati u osnovnoj stijeni, i nasutim materijalima uz adekvatnu homogenizaciju podtla uz zbijanje do modula od minimum 40 Mpa;

- GEOTEHNIČKI NADZOR – Posebno napominjemo, da je za vrijeme izvođenja radova neophodan geotehnički nadzor kako bi se registrovali stvarni geotehnički uslovi i svi eventualni problemi, otklonili na stručan i efikasan način;

6. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata izvedenih geotehničkih istraživanja podaci prezentirani u ovom Geotehničkom Izvještaju obezbjeđuju uslove za kvalitetno projektovanje radova za potrebe izgradnje - rekonstrukcije predmetne saobraćajnice u Beranama. Podaci su prezentirani tako da se vodilo računa o kvalitetnim rješenjima po pitanju problematičnih elemenata na osnovu kojih se moraju projektovati rješenja.

Sa geotehničkog aspekta svi bitni problemi vezani za projektovanje trase analizirani su u predhodnim poglavljima ovog Izvještaja. Takođe detaljno su prodiskutovani sa Građevinskim projektantima trase, tako da su još u toku rada na elaboratu svi ograničavajući faktori detaljno analizirani i sa geološko-geotehničkog aspekta dat predlog njihovog rješavanja.

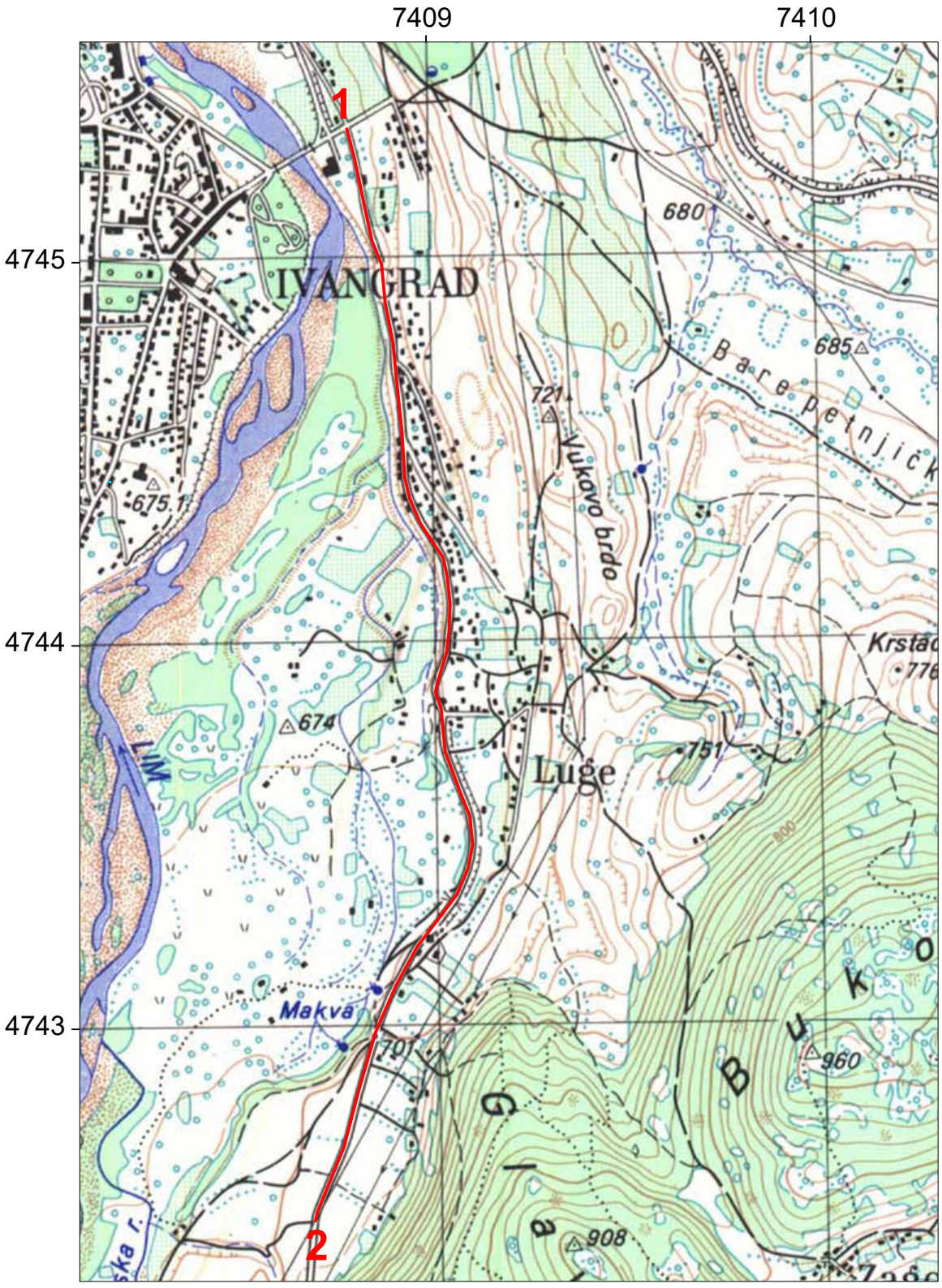
Pri projektovanju obratiti pažnju na date preporuke.

U Podgorici, decembar 2023. godine.

Izvještaj uradio:

Vladan Striković, dipl.inž.geologije

III GRAFIČKI DIO



oznaka tačke	koordinate tačaka	
	y	x
1	7 408 786	4 745 346
2	7 408 681	4 742 484

Područje istraživanja

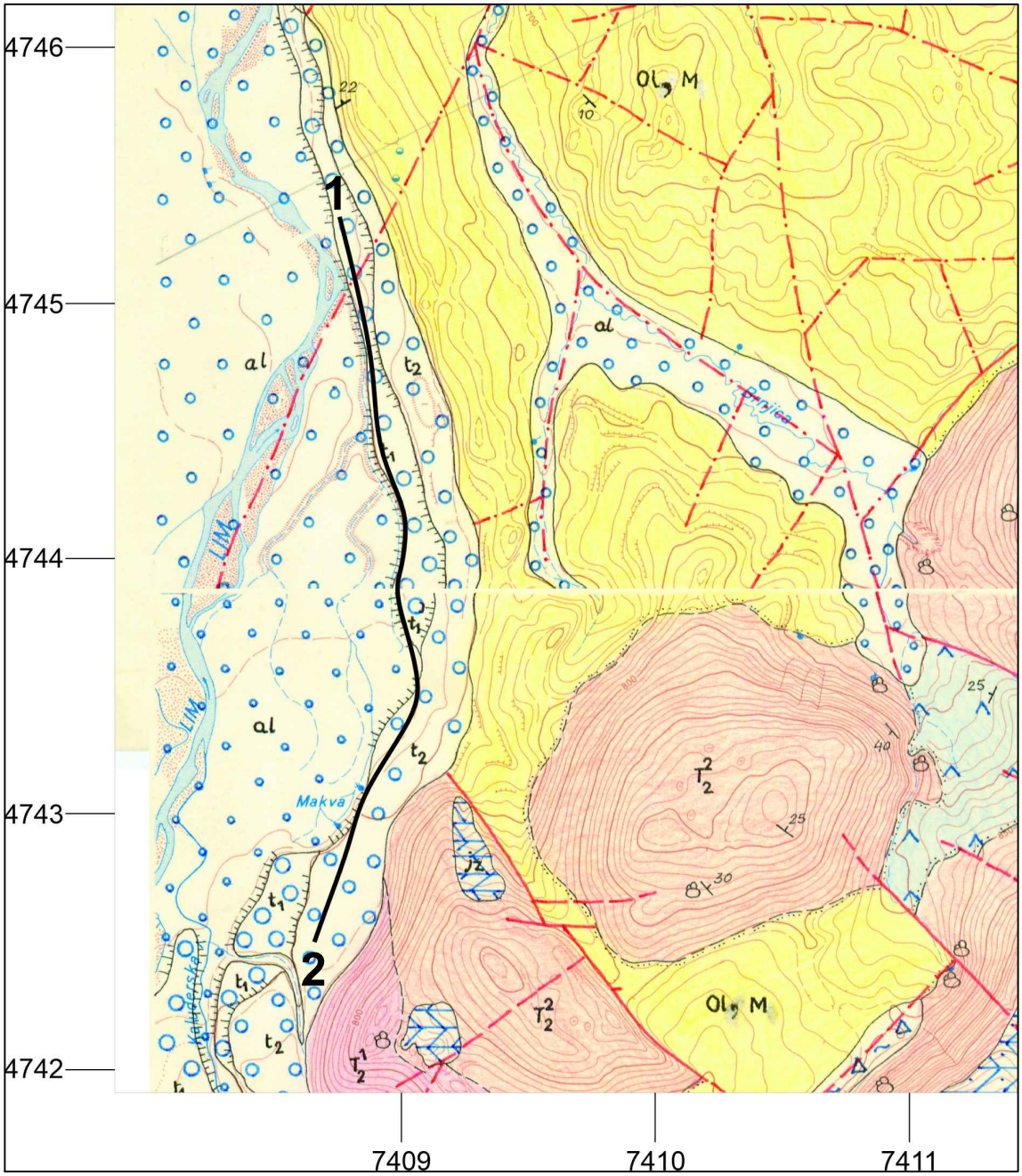
1 — 2

IZVJEŠTAJ O GEOLOŠKOM STANJU TERENA ZA POTRBE IZGRADNJE LOKALNE SAOBRAĆAJNICE OD HOTELA BERANE DO KATASTARSKE PARCELE BR. 1769 KO DONJA RŽANICA U DUŽINI OD OKO 3 KM

Datum: Decembar, 2023. godine

GEOGRAFSKI POLOŽAJ ISTRAŽNOG PODRUČJA
Razmjera, 1:25 000

Prilog broj 1.



LEGENDA:

- al — Aluvijum
- t_1 — Niža riječna terasa
- t_2 — Srednja riječna terasa
- t_3 — Viša riječna terasa
- j — Jezerski sedimenti
- Ol, M — Laporci, gline, pješčari, pjeskovi šljunkovi i konglomerati
- J^3_3 — Pješčari, rožnaci, glinci, laporci i laporoviti krečnjaci
- T^1_2 — Krečnjaci, dolomoti i dolomitični krečnjaci
- T^2_2 — Krečnjaci sa rožnacima

OSTALE KARTIRANE JEDINICE

- Normalna i pretpostavljena geološka granica
- Rasjed, utvrđen i pretpostavljen
- 20 — Elementi pada sloja, statistički
- 1 — 2 — Područje istraživanja

IZVJEŠTAJ O GEOLOŠKOM STANJU TERENA ZA POTRBE IZGRADNJE LOKALNE SAOBRAĆAJNICE OD HOTELA BERANE DO KATASTARSKE PARCELE BR. 1769 KO DONJA RŽANICA U DUŽINI OD OKO 3 KM

Datum: Decembar, 2023. godine

GEOLOŠKA KARTA TERENA ŠIREG PODRUČJA ISTRAŽIVANJA, Razmjera, 1:25000

Prilog broj **2.**