



# GEOTEHNIKA

DRUŠTVO SA OGR. ODGOVORNOŠĆU BIJELO POLJE, TRŠOVA bb  
R.J. NIKŠIĆ Inž. djelatnosti i tehničko savjetovanje 7112; tel/faks: 00382 040 230 425, 069 024 317  
PIB: 02632659 :PDV70/31-00770-9 mail: ssu@t-com.me, ž.r. CKB 510-79833-34

03.04.2024. god.

Na osnovu Člana 7 Zakona o geološkim istraživanjima (Sl. list RCG br. 28/11) i Statuta d.o.o. „Geotehnika“ Bijelo Polje donosi se

## RJEŠENJE

za izradu i unutrašnju kontrolu tehničke dokumentacije

## ELABORATA

detaljnih geotehničkih istraživanja terena za definisanje geotehničkih uslova  
za potrebe izgradnje sportskog centra „Sukuruć“ na lokaciji: katastarska  
parcela broj 725/2 KO Vuksanlekići, Opština Tuzi

Određuju se sljedeća stručna lica koja ispunjavaju zakonske uslove:

**Odgovorni projektant:** Šućur Milovan, dipl.inž.geol.

**Unutrašnja kontrola:** Šućur Stanka, dipl.inž.hgeol.

Direktor:

---

Šućur Stanka, dipl.inž.hgeol.



# GEOTEHNIKA

DRUŠTVO SA OGR. ODGOVORNOŠĆU BIJELO POLJE, TRŠOVA bb  
R.J. NIKŠIĆ Inž. djelatnosti i tehničko savjetovanje 7112; tel/faks: 00382 040 230 425, 069 024 317  
PIB: 02632659 :PDV70/31-00770-9 mail: ssu@t-com.me, ž.r. CKB 510-79833-34

06.04.2024. god.

## IZJAVA

U SVOJSTVU ODGOVORNOG PROJEKTANTA ZA IZRADU

## ELABORATA

detaljnih geotehničkih istraživanja terena za definisanje geotehničkih uslova  
za potrebe izgradnje sportskog centra „Sukuruć“ na lokaciji: katastarska  
parcela broj 725/2 KO Vuksanlekići, Opština Tuzi

da je

## ELABORAT

detaljnih geotehničkih istraživanja terena za definisanje geotehničkih uslova  
za potrebe izgradnje sportskog centra „Sukuruć“ na lokaciji: katastarska  
parcela broj 725/2 KO Vuksanlekići, Opština Tuzi

urađen saglasno odredbama Zakona o geološkim istraživanjima (Sl.list RCG  
br. 28/11).

Odgovorni projektant:

---

Šućur Milovan, dipl.inž.geol.



# GEOTEHNIKA

DRUŠTVO SA OGR. ODGOVORNOŠĆU BIJELO POLJE, TRŠOVA bb  
R.J. NIKŠIĆ Inž. djelatnosti i tehničko savjetovanje 7112; tel/faks: 00382 040 230 425, 069 024 317  
PIB: 02632659 :PDV70/31-00770-9 mail: ssu@t-com.me, ž.r. CKB 510-79833-34

10.04.2024. god.

Na osnovu Člana 7 Zakona o geološkim istraživanjima (Sl. list RCG br. 28/11) i Statuta d.o.o. „Geotekhnika“ Bijelo Polje donosi se

## IZVJEŠTAJ

o izvršenoj unutrašnjoj kontroli tehničke dokumentacije

## ELABORATA

detaljnih geotehničkih istraživanja terena za definisanje geotehničkih uslova  
za potrebe izgradnje sportskog centra „Sukuruć“ na lokaciji: katastarska  
parcela broj 725/2 KO Vuksanlekići, Opština Tuzi

1. Tehnička dokumentacija je izrađena saglasno projektnom zadatku investitora.
2. Tehnička dokumentacija je izrađena u skladu sa zakonskim odredbama, tehničkim standardima i tehničkim normativima čija je primjena obavezna za ovakvu vrstu projekta.
3. Postoji puna saglasnost između vršilaca unutrašnje kontrole i odgovornog projektanta.

Izvještaj vršioca unutrašnje kontrole nalazi se u arhivi d.o.o „Geotekhnika“ Bijelo Polje.

Unutrašnja kontrola:

---

Šućur Stanka, dipl.inž.hgeol.

## **II    TEKSTUALNI DIO**



## **SADRŽAJ:**

1. UVOD.....	1
2. POLOŽAJ ISTRAŽNOG PROSTORA.....	3
3. VRSTE I OBIM IZVEDENIH RADOVA.....	5
3.1. Terenski istražni radovi.....	5
3.2. Laboratorijska ispitivanja .....	6
3.3. Kabinetski radovi.....	6
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....	7
4.1. Morfološka svojstva terena .....	7
4.2. Geološka građa i tektonski sklop terena.....	7
4.3. Hidrogeološka svojstva terena.....	8
4.4. Seizmičnost terena .....	8
4.5. Savremeni geološki procesi i pojave.....	12
4.6. Inženjersko-geološka svojstva izdvojenih sredina.....	12
4.7. Geostatički proračuni.....	15
4.7.1 Proračuni dozvoljenog opterećenja po Brinch Hansen-u.....	15
4.7.2 Proračuni slijeganja terena pod uticajem objekta .....	16
5. PREPORUKE PROJEKTANTU I IZVOĐAČU RADOVA .....	17
6. ZAKLJUČAK .....	20
7. LITERATURA I FONDOVSKA DOKUMENTACIJA.....	21

## 1. UVOD

Na osnovu prihvaćene ponude od strane Naručioca posla („Civil Engineer“ d.o.o. Podgorica), te na osnovu revidovanog Projekta geotehničkih istražnih radova, od strane „GEOTEHNIKA“ d.o.o. iz Bijelog Polja urađen je Elaborat detaljnih geotehničkih istraživanja terena za definisanje geotehničkih uslova za potrebe izgradnje sportskog centra „Sukuruć“ na lokaciji: katastarska parcela broj 725/2 KO Vuksanlekići, Opština Tuzi.

Predmet i cilj istraživanja (odnosno izrada sljedeće geotehničke dokumentacije) je:

- Utvrđivanje morfometrijskih karakteristika predmetne lokacije;
- Definisanje geološke građe terena šireg prostora (geološki sastav, strukturni sklop,...);
- Definisanje hidrogeoloških karakteristika terena u zoni lokacije i šireg uticaja područja (hidrogeološka svojstva i funkcije stijenskih masa, hidrogeološke pojave, pravci kretanja podzemnih voda, dubina do nivoa podzemnih voda,...);
- Definisanje inženjersko-geoloških karakteristika terena u zoni predmete lokacije (inženjersko-geološke jedinice, inženjersko-geološke pojave,...);
- Izbor mjerodavnih parametara fizičko-mehaničkih svojstava za izdvojene geotehničke sredine;
- Definisanje dozvoljenog opterećenja i deformabilnosti stijenskih masa osnove terena u kojoj će se fundirati objekat;
- Geotehnički uslovi i prateći sanacioni radovi na stabilizaciji terena;
- Seizmičnost terena - projektni seizmični parametri:  $a_{\max}$  (g) i  $K_s$ .

Elaborat je usklađen sa važećim propisima, normativima i standardima za izradu ove vrste tehničke dokumentacije:

- Zakonom o geološkim istraživanjima Republike Crne Gore (sl.list RCG br. 26//07 i sl.list RCG br. 28//11);
- Zakonom o izgradnji objekata (sl.list RCG br. 55/00);
- Zakonom o zaštiti životne sredine (Sl. glasnik RS br. 135/04, 36/09, 72/09 i 43/11);
- Pravilnikom o izradi Projekata geoloških istraživanja (Sl. list SRCG, br. 9/85);
- Pravilnikom o tehničkim normativima za izgradnju i temeljenje objekata (sl.list SFRJ br. 15/90);
- Pravilnikom o načinu izrade i sadržini tehničke dokumentacije (sl.list RCG br. 22/02).

Istraživanja su se sastojala od terenskih, laboratorijskih i kabinetskih radova. Od terenskih radova izvedeno je rekognosciranje lokacije, inženjersko-geološko kartiranje terena, lociranje, izvođenje i inženjersko-geološko kartiranje istražnih radova (raskop R1 i bušotina B1) i uzimanje uzoraka tla za laboratorijska geomehanička istraživanja. Nakon toga, na osnovu dobijenih rezultata istraživanja i prikupljenih podataka iz fondovske dokumentacije i literature, urađen je Elaborat o geotehničkim svojstvima terena za potrebe izgradnje sportskog centra „Sukuruć“ u Tuzima.

Na izvođenju terenskih radova, kao i izradi Elaborata, učestvovali su:

- Šućur Milovan, dipl.inž.geot.
- Šućur Stanka, dipl.inž.hgeol.
- MSc Šućur Nikola, dipl.inž.geot.
- Šućur Sanja, građ.teh.
- Šućur Marina, dipl.ecc.
- Janjić Valentina, dipl.inž.geol.
- Ekipa terenskih radnika.

Radovi su izvedeni tokom aprila mjeseca 2024. godine. Autor Elaborata je Milovan Šućur, dipl.inž.geot.

## 2. POLOŽAJ ISTRAŽNOG PROSTORA

Istražno područje, prikazano na Slici broj 1, je nepravilnog oblika i nalazi se na lokaciji: katastarska parcela broj 725/2 KO Vuksanlekići, Opština Tuzi.



*Slika broj 1: Šire područje istraživanja*

Istražni prostor je definisan prelomnim tačkama u Gaus-Krigerovoj mreži, čije su koordinate date u Tabeli broj 1.

Oznaka tačke	Koordinate	
	Y:	X:
1	6609107	4687530
2	6609145	4687528
3	6609187	4687526
4	6609165	4687454
5	6609146	4687389
6	6609117	4687394
7	6609086	4687400
8	6609096	4687467

*Tabela broj 1: Koordinate prelomnih tačaka istražnog prostora*



*Slika broj 2: Fotografija snimljena pri izvođenju terenskih radova*

### 3. VRSTE I OBIM IZVEDENIH RADOVA

Za potrebe izrade ovog Elaborata izvedeni su sledeći radovi: rekognosciranje terena, inženjersko-geološko kartiranje terena, jedan istražni raskop (R1), jedna istražna bušotina (B1), detaljno inženjersko-geološko kartiranje istražnog raskopa i jezgra istražne bušotine, odabiranje reprezentativnih uzoraka tla za laboratorijska ispitivanja i stručno-tehnički nadzor nad izvođenjem terenskih radova.

Na osnovu pomenutih radova izvršena je obrada podataka i izrada Elaborata detaljnih geotehničkih istraživanja terena za definisanje geotehničkih uslova za potrebe izgradnje sportskog centra „Sukuruć“ na lokaciji: katastarska parcela broj 725/2 KO Vuksanlekići, Opština Tuzi.

#### 3.1. Terenski istražni radovi

- Rekognosciranje terena – obavljeno je u pripremnoj fazi i imalo je za cilj preliminarno upoznavanje mikrolokacije i šire okoline, te planiranje potrebnih istražnih radova;
- Detaljno inženjersko-geološko kartiranje terena – kartiranje terena je izvedeno na području pokrivenom geodetskom podlogom odgovarajuće razmjere;
- Izvođenje terenskih istražnih radova – izveden je jedan istražni raskop R1 (dubine 2,50m) i jedna istražna bušotina B1 (dubine 5,40m). Nakon izvođenja istražnih radova izvršeno je detaljno kartiranje i fotografisanje, a inženjersko-geološki profili istražnih radova dati su u prilogu pod brojem 5 (5.1 profil raskopa i 5.2 profil bušotine);
- Uzimanje uzoraka tla – tokom kartiranja istražnih radova uzeti su uzorci tla za laboratorijska geomehanička ispitivanja. Uzeta su ukupno dva uzorka tla, i to: U1 - sa dubine 2,30-2,50m iz istražnog raskopa R1 i U2 - sa dubine 3,60-4,00m iz istražne bušotine B1;
- Stručni nadzor – tokom trajanja terenskih istražnih radova, od strane diplomiranog inženjera geologije, vršen je stalni stručni nadzor.

### **3.2. Laboratorijska ispitivanja**

Na uzetom uzorku iz istražne bušotine B1 izvedena su potrebna geomehanička laboratorijska ispitivanja. Laboratorijska ispitivanja uzorka tla obuhvatala su:

- Određivanje vlažnosti uzorka tla (SRPS EN ISO 17892-1:2015),
- Određivanje zapreminske mase tla sa porama (SRPS EN ISO 17892-2:2015),
- Edometarsko ispitivanje stepenastim opterećenjem (SRPS EN ISO 17892-5:2017) i
- Opit direktnog smicanja drenirani - D opit (SRPS CEN ISO 17892-10:2019).

### **3.3. Kabinetski radovi**

U kabinetu je izvršena interpretacija rezultata prethodnih istražnih radova, obrada i sinteza rezultata, kompjuterska obrada svih podataka i izrada Elaborata detaljnih geotehničkih istraživanja terena za definisanje geotehničkih uslova za potrebe izgradnje sportskog centra „Sukuruć“ na lokaciji: katastarska parcela broj 725/2 KO Vuksanlekići, Opština Tuzi.

## **4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA**

### **4.1. Morfološka svojstva terena**

Lokacija objekta, morfološki gledano, predstavlja horizontalan teren, nadmorske visine od oko 17,50 m.n.v. do oko 17,90 m.n.v. Teren se nalazi u naselju Sukuruć u Tuzima.

Današnji izgled lokacije formiran je procesom deponovanja kvartarnih sedimenata (aluvijalnog materijala) i antropogenim djelovanjem, odnosno radovima na izgradnji postojećih objekata i lokalnih saobraćajnica, te uređenjem terena i nasipanjem na širem području istraživanja.

Morfologija lokacije prikazana je na topografskoj karti i na inženjersko-geološkoj karti sa položajem izvedenih istražnih radova (prilozi broj 1 i 3).

### **4.2. Geološka građa i tektonski sklop terena**

Šire područje istraživanja izgrađuju glaciofluvijalni terasni sedimenti ( $t_3$ ) kvartarne starosti, koji su nataloženi preko karbonatnih sedimenata donje krede ( $K_1$ ,  $K_{1,2}$ ).

Generalno, glaciofluvijalni sedimenti imaju široko rasprostranjenje u okviru Zetske ravnice, koja zahvata površinu preko 300 km<sup>2</sup>. Debljina ovih nanosa se kreće u rasponu od 30 do preko 100 m. Predstavljani su konglomeratima, šljunkovima i pijeskovima, koji se međusobno smjenjuju. Podloga kvartarnog nanosa je izgrađena od dolomita, dolomitičnih krečnjaka i krečnjaka, uglavnom bankovitih i masivnih, rjeđe slojevitih.

U tektonskom pogledu šire područje istraživanja pripada zoni Visokog krša, odnosno antiklinorijumu Stare Crne Gore, koji prelazi u sinklinorijum Donje Zete.

Paleoreljef je ispresijecan rasjedima različitog pravca pružanja. Mezozojski krečnjaci zalaze duboko ispod kvartarnih sedimenata, tj. preko 100 m, a u južnim djelovima terena i znatno dublje.



Geološka karta šire okoline lokacije objekta data je u prilogu broj 2, a karta tektonske rejonizacije predstavljena je prilogom broj 4.

#### **4.3. Hidrogeološka svojstva terena**

Hidrogeološka svojstva terena su u funkciji litološkog sastava i sklopa terena. Na osnovu poroznosti, koja je intergranularna, fluvioglacialni sedimenti predstavljaju promjenljivo-vodopropusne stijenske mase (u površinskoj zoni su dobro vodopropisni). Vezani sedimenti, odnosno konglomerati, su slabo vodopropusni do vodonepropusni, što zavisi od kvaliteta cementacije zrna šljunka i pijeska. Prema tome, oni su hidrogeološki kompleksi i mogu imati ulogu hidrogeoloških kolektora ili hidrogeoloških izolatora. Karbonatni sedimenti su hidrogeološki kolektori sprovodnici, pukotinske i karstne poroznosti, u kojima se na većoj dubini formira razbijena karstna izdan.

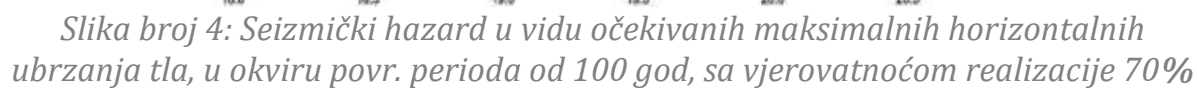
Prilikom izvođenja terenskih istražnih radova (april 2024. godine) nije konstatovan niti nivo niti pojava podzemne vode do dubine istraživanja. Nivo podzemne vode je u hidrauličkoj vezi sa nivoom vode u Skadarskom jezeru.

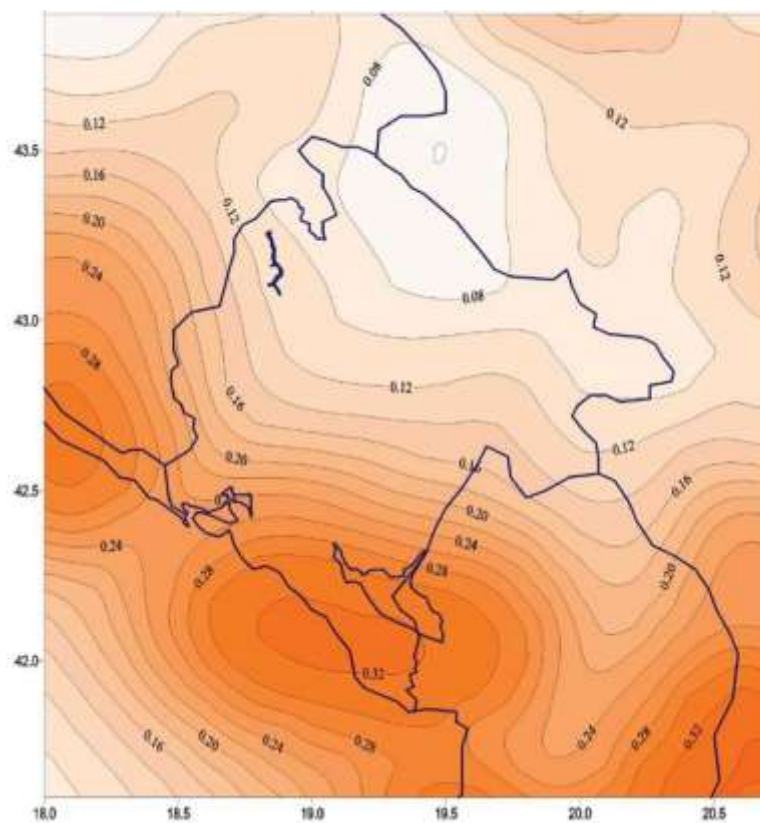
#### **4.4. Seizmičnost terena**

Kvantifikaciju efekata istorijske seizmičnosti na području istraživanja moguće je izraziti kroz proračun maksimalnih vrijednosti intenziteta zemljotresa i maksimalnih vrijednosti horizontalnog ubrzanja tla, pri dejstvu najsnažnijih zemljotresa generisanih tokom prethodnih nekoliko stotina godina na širem prostoru istraživanja.

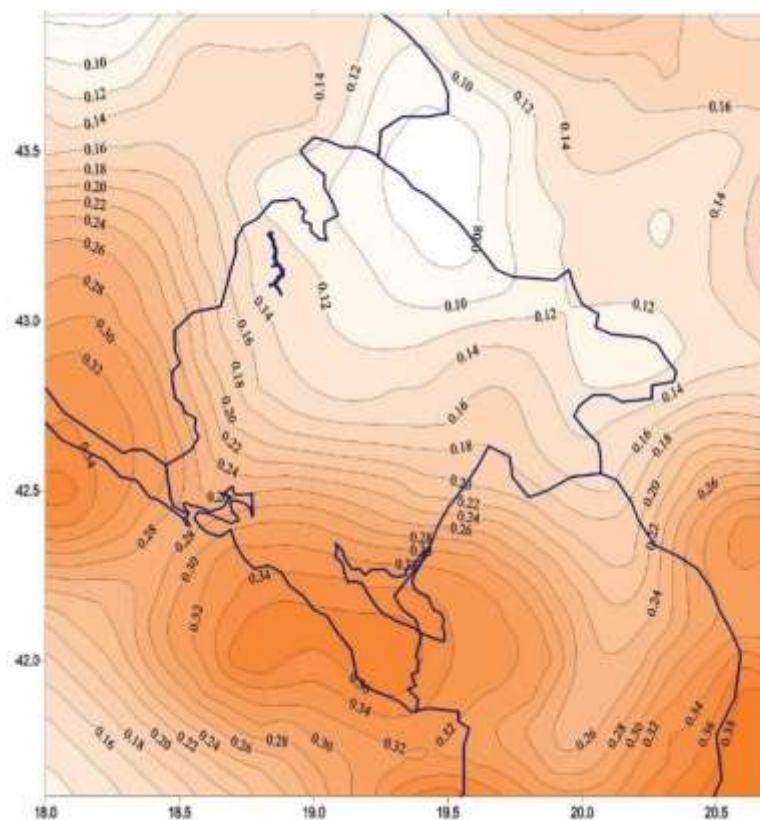
Litološka jedinica u kojoj će se fundirati budući objekat – litološka jedinica 2 (zaglinjeni, pjeskovito-prašinski materijal) ili litološka jedinica 3 (šljunak i pijesak sa proslojcima konglomerata), saglasno svim standardima za klasifikaciju tipova tla (uključujući i Eurokod 8), pripada kategoriji tipa tla C prema EC-8.

Osnovni parametar sa kojim se opisuje seizmički hazard je „referentno“ maksimalno horizontalno ubrzanje tla ( $a_{max}$ ) na osnovnoj stijeni (Slike broj 3, 4, 5 i 6).





Slika broj 5: Seizmički hazard u vidu očekivanih maksimalnih horizontalnih ubrzanja tla, u okviru povr. perioda od 200 god, sa vjerovatnoćom realizacije 70%



Slika broj 6: Seizmički hazard u vidu očekivanih maksimalnih horizontalnih ubrzanja tla, u okviru povr. perioda od 475 god, sa vjerovatnoćom realizacije 70%

U narednoj tabeli (Tabela broj 2) dati su podaci o seizmičnosti terena, tačnije maksimalno horizontalno ubrzanje tla ( $a_{\max}$ ) na osnovnoj stijeni, za povratne periode vremena od 50, 100, 200 i 475 godina.

Povratni period vremena T (god)	Maksimalno horizontalno ubrzanje tla $a_{\max}$ (%g)
50	0,19
100	0,23
200	0,27
475	0,31

*Tabela broj 2: Podaci o seizmičnosti terena*

Naponsko stanje pri nastupu potresa simulirano je kao dodatna sila koja djeluje na budući objekat. Dodatna sila je podijeljena na horizontalnu i vertikalnu komponentu, koje su definisane sledećim izrazima:

- Horizontalna komponenta:  $F_h = 0,5 \cdot \alpha \cdot S \cdot W$
- Vertikalna komponenta:  $F_v = \pm 0,5 \cdot F_h$

gdje je:

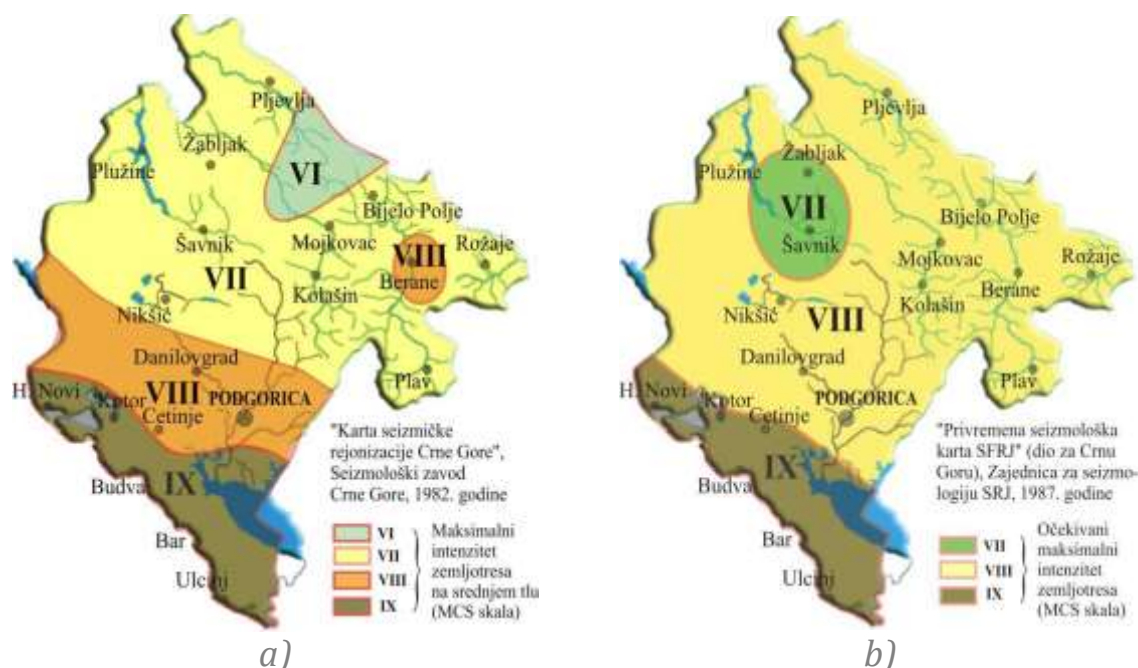
- $\alpha$  - ubrzanje tla u % gravitacije; za  $T_p = 475 \rightarrow \alpha = 0,31 \cdot g$
- $S$  - parametar tla prema tipu iz EN; za tip C  $\rightarrow S = 1,5$
- $W$  - težina kliznog tijela; za potrebe proračuna uzima se  $W = 1$

Prema tome, za povratni period vremena  $T_p=475$  god, vrijednosti horizontalne i vertikalne komponente dodatne sile iznose:

- Horizontalna komponenta:  
$$F_h = 0,5 \cdot \alpha \cdot S \cdot W = 0,5 \cdot 0,31 \cdot g \cdot 1,5 \cdot 1 = 0,2325 \cdot g$$
- Vertikalna komponenta:  
$$F_v = \pm 0,5 \cdot F_h = 0,5 \cdot 0,2325 \cdot g = 0,11625 \cdot g$$

Osnovni stepen seizmičkog inteziteta prikazan je na karti seizmičke rejonizacije teritorije Crne Gore (Slika broj 7a) i na privremenoj seizmološkoj karti SFRJ - dio za Crnu Goru (Slika broj 7b) koje predstavljaju finalni rezultat kompleksnih seizmogeoloških proučavanja nivoa seizmičnosti terena i stepena seizmičke opasnosti na području cijele Crne Gore. Prema pomenutim kartama istražno područje nalazi se u zoni IX stepena MCS.





Slika broj 7: Karte očekivanih maksimalnih intenziteta zemljotresa: a) Karta seizmičke rejonizacije teritorije Crne Gore, 1982; b) Privremena seizmološka karta SFRJ (dio za Crnu Goru), 1987.

#### 4.5. Savremeni geološki procesi i pojave

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

Na samoj lokaciji objekta nema pojava nestabilnosti.

#### 4.6. Inženjersko-geološka svojstva izdvojenih sredina

Inženjersko-geološke odlike istraživanog terena sa okolinom su složene i sagledane su kroz inženjersko-geološke odlike zastupljenih litoloških jedinica i inženjersko-geološke procese koji su na terenu razvijeni.

Na osnovu analize postojeće dokumentacije, rekognosciranja i inženjersko-geološkog kartiranja terena, izvedenih terenskih istraživanja i laboratorijskih geomehaničkih ispitivanja uzoraka tla, na istražnom području su izdvojene različite litološke jedinice (litotipovi).

S obzirom da se sve građevinske aktivnosti odvijaju od površine terena, tako će biti prikazane i izdvojene sredine (od mlađih ka starijim):

### **Litološka jedinica 1 – Humificirani, prašinski materijal**

Humus i humusni dodaci izgrađuju gornje, površinske djelove terena, debljine do 1,00 m u zoni istražnog raskopa R1. Predstavljaju poluvezanu, heterogenu, slabije zbijenu sredinu, tamno-braon i braon boje. Prema građevinskoj klasifikaciji GN-200, sredina 1 (humificirani, prašinski materijal) pripada I i II kategoriji iskopa. Predstavlja lošu sredinu za fundiranje. Zbog loših fizičko-mehaničkih karakteristika i relativno male debljine, ova litološka jedinica nema uticaja na izgradnju budućeg objekta, jer će u potpunosti biti uklonjena tokom gradnje.

Vrijednosti fizičko-mehaničkih parametara sredine 1, određene na osnovu neposredne terenske procjene i podataka iz fondovske dokumentacije i literature, date su u Tabeli broj 3.

<b>Fizičkomehaničke karakteristike</b>	<b>Usvojene vrijednosti</b>
Zapreminska težina $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	17,50
Kohezija $c$ [kN/m <sup>2</sup> ]	2
Ugao unutrašnjeg trenja $\varphi$ [°]	19
Modul stišljivosti $M_s$ [kN/m <sup>2</sup> ]	2500

*Tabela broj 3: Vrijednosti fizičko-mehaničkih parametara sredine 1*

### **Litološka jedinica 1' – Tehnogeni nasuti materijal**

Dio terena ispitivane lokacije je nasut i površinski betoniran. Nasip je sastavljen od šljunkovito-pjeskovitog materijala sa promjenljivim učešćem glinovite komponente. Sredina je promjenljivo vezana, a konstatovana je do dubine 3,20m u zoni istražne bušotine B1. Prema građevinskoj klasifikaciji GN-200 sredina 1' (tehnogeni nasuti materijal) spada u II-III kategoriju iskopa. Ova sredina nema uticaja na izgradnju objekta jer će se fundiranje obaviti na većoj dubini, ali će imati uticaja na uslove izgradnje infrastrukturnih objekata (parking prostora, pristupnih saobraćajnica...).

Vrijednosti fizičko-mehaničkih parametara sredine 1', procjenjene na osnovu neposredne terenske procjene i prema podacima iz fondovske dokumentacije i literature, date su u Tabeli broj 4.

Fizičkomehaničke karakteristike	Usvojene vrijednosti
Zapreminska težina $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	19
Kohezija $c$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0
Ugao unutrašnjeg trenja $\varphi$ [°]	28

Tabela broj 4: Vrijednosti fizičko-mehaničkih parametara sredine 1'

**Litološka jedinica 2 – Zaglinjeni, pjeskovito-prašinasti materijal**

Sredinu 2 predstavlja pjeskoviti i prašinasti materijal, djelimično do dobro zaglinjen. Sredina 2 konstatovana je na dubini 1,00-2,50m od površine terena u zoni istražnog raskopa R1, odnosno na dubini 3,20-5,00m u zoni istražne bušotine B1. Sredina je dobro konsolidovana, braon boje. Prema građevinskoj klasifikaciji GN-200 sredina 2 (zaglinjeni, pjeskovito-prašinasti materijal) pripada III kategoriji iskopa. U ovoj litološkoj jedinici moguće je fundirati budući objekat, uz neophodnu prethodnu zamjenu materijala.

Vrijednosti fizičko-mehaničkih parametara sredine 2, određene na osnovu laboratorijskih ispitivanja uzoraka tla i podataka iz fondovske dokumentacije i literature, date su u Tabeli broj 5.

Fizičkomehaničke karakteristike	Laboratorijske vrijednosti	Usvojene vrijednosti
Zapreminska težina $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	22,7	20
Kohezija $c$ [kN/m <sup>2</sup> ]	45	38
Ugao unutrašnjeg trenja $\varphi$ [°]	36	32
Modul stišljivosti $M_s$ [kN/m <sup>2</sup> ]	8000	8000

Tabela broj 5: Vrijednosti fizičko-mehaničkih parametara sredine 2

**Litološka jedinica 3 – Šljunak i pijesak sa proslojcima konglomerata**

Sredina 3 predstavlja vezane, slabookamenjene stijene, čiji je petrografski i granulometrijski sastav isti kao i kod šljunkova, samo što im karbonatno vezivo daje veću čvrstoću na pritisak i veću fizičko-mehaničku otpornost, pa se ovi sedimenti smatraju veoma povoljnim za fundiranje objekata. Prema građevinskoj klasifikaciji GN-200 sredina 3 pripada IV-V kategoriji iskopa. Sredina je konstatovana na dubini 5,00-5,40m u zoni istražne bušotine B1.

Vrijednosti fizičko-mehaničkih parametara sredine 3, određene na osnovu neposredne terenske procjene i podataka iz fondovske dokumentacije i literature, date su u Tabeli broj 6.

<b>Fizičkomehaničke karakteristike</b>	<b>Usvojene vrijednosti</b>
Zapreminska težina $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	22
Kohezija $c$ [kN/m <sup>2</sup> ]	3
Ugao unutrašnjeg trenja $\varphi$ [°]	36
Modul stišljivosti $M_s$ [kN/m <sup>2</sup> ]	14000

*Tabela broj 6: Vrijednosti fizičko-mehaničkih parametara sredine 3*

#### **4.7. Geostatički proračuni**

Od geostatičkih proračuna urađeni su proračuni dozvoljenog opterećenja temeljnog tla i proračuni slijeganja terena pod uticajem objekta. Proračuni su urađeni za litološku jedinicu 2 (zaglinjeni, pjeskovito-prašinasti materijal) i za litološku jedinicu 3 (šljunak i pijesak sa proslojcima konglomerata).

Proračuni nisu rađeni za litološku jedinicu 1 (humificirani, prašinasti materijal) i za litološku jedinicu 1' (tehnogeni nasuti materijal), jer je iste potrebno u potpunosti ukloniti ispod budućeg objekta, zbog loših fizičko-mehaničkih karakteristika i relativno male debljine.

##### *4.7.1 Proračuni dozvoljenog opterećenja po Brinch Hansen-u*

Praračuni dozvoljenog opterećenja temeljnog tla urađeni su po Brinch Hansen-u, za slučaj fundiranja budućeg objekta na temeljnim trakama i za slučaj fundiranja na temeljnoj ploči. Praračuni su rađeni za litološku jedinicu 2 i za litološku jedinicu 3.

U narednoj tabeli (Tabela broj 7) dat je pregled veličina dozvoljenog opterećenja temeljnog tla po Brinch-Hansenu ( $q_a$ ), dok je detaljni tok proračuna predstavljen prilogom broj 9 (9.1 i 9.2 za litološku jedinicu 2 i 9.3 i 9.4 za litološku jedinicu 3).



Litološka jedinica	Dubina fundiranja $D_f$ [m]	Oblik temelja	Dimenzije temelja	Dozvoljeno opterećenje $q_a$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Sredina 2	0,40	Traka	B=0,80m	<b>427,50</b>
Sredina 2	0,40	Ploča	BxL=10x15	<b>895,50</b>
Sredina 3	0,80	Traka	B=0,80m	<b>368,20</b>
Sredina 3	0,40	Ploča	BxL=10x15	<b>1097,60</b>

Tabela broj 7: Pregled veličina dozvoljenog opterećenja tla

Kako pretpostavljeno dopunsko opterećenje od objekta iznosi do  $\sigma=210$  kN/m<sup>2</sup>, budući temelji su bezbjedni od proloma tla, jer su veličine ukupnog kontaktnog opterećenja manje od dozvoljene nosivosti tla.

#### 4.7.2 Proračuni slijeganja terena pod uticajem objekta

U narednoj tabeli (Tabela broj 8) dat je pregled veličina ukupnog slijeganja terena pod uticajem objekta, a detaljni tok proračuna predstavljen je prilogom broj 10 (10.1 i 10.2 za litološku jedinicu 2 i 10.3 i 10.4 za litološku jedinicu 3).

Litološka jedinica	Dubina fundiranja $D_f$ [m]	Oblik temelja	Dimenzije temelja	Ukupno slijeganje $S=S_c+S_i$ [cm]
Sredina 2	0,40	Traka	B=0,80m	<b>0,62</b>
Sredina 2	0,40	Ploča	BxL=10x15	<b>5,64</b>
Sredina 3	0,80	Traka	B=0,80m	<b>0,46</b>
Sredina 3	0,40	Ploča	BxL=10x15	<b>4,17</b>

Tabela broj 8: Pregled veličina slijeganja po Evrocod-u 7

Dobijeno slijeganje je ukupno, odnosno i inicijalno i konsolidaciono ( $S=S_i+S_c$ ). Ukupno slijeganje terena pod uticajem objekta je u dozvoljenim granicama za sva četiri razmatrana scenarija.

Na osnovu izvedenih terenskih istraživanja, laboratorijskih ispitivanja i izvršenih geostatičkih pororačuna, preporučuje se fundiranje budućeg objekta, po mogućnosti, u litološkoj jedinici 3. U koliko se ipak objekat bude fundirao u litološkoj jedinici 2, preporučuje se fundiranje na temeljnoj ploči, uz neophodnu prethodnu zamjenu materijala ispod temelja.

## 5. PREPORUKE PROJEKTANTU I IZVOĐAČU RADOVA

Na osnovu analize postojeće geološke dokumentacije, inženjersko-geološkog kartiranja terena, izvedeneog istražnog raskopa (R1) i istražne bušotine (B1) i laboratorijskih geomehaničkih ispitivanja uzoraka tla, ukazujemo na sledeće:

- Lokacija objekta, morfološki gledano, predstavlja horizontalan teren, nadmorske visine od oko 17,50 m.n.v. do oko 17,90 m.n.v. Teren se nalazi u naselju Sukuruć u Tuzima;
- Šire područje istraživanja izgrađuju glaciofluvijalni terasni sedimenti ( $t_3$ ) kvartarne starosti, koji su nataloženi preko karbonatnih sedimenata donje krede ( $K_1$ ,  $K_{1,2}$ ). U tektonskom pogledu šire područje istraživanja pripada zoni Visokog krša, odnosno antiklinorijumu Stare Crne Gore, koji prelazi u sinklinorijum Donje Zete;
- Na osnovu poroznosti, koja je intergranularna, fluvioglacialni sedimenti predstavljaju promjenljivo-vodopropusne stijenske mase. Vezani sedimenti, odnosno konglomerati, su slabo vodopropusni do vodonepropusni. Karbonatni sedimenti su hidrogeološki kolektori sprovodnici, pukotinske i karstne poroznosti;
- Prilikom izvođenja terenskih istražnih radova (april 2024. godine) nije konstatovan niti nivo niti pojava podzemne vode do dubine istraživanja;
- Na osnovu karte seizmičke rejonizacije teritorije Crne Gore, istražno područje nalazi se u zoni IX stepena MCS;
- Konstrukciju terena izučavane lokacije izgrađuju humificirani, prašinasti materijal (sredina 1) i tehnogeni nasuti materijal (sredina 1') na površini terena, a ispod njih su konstatovani zaglinjeni, pjeskovito-prašinasti materijal (sredina 2) i šljunak i pijesak sa proslojcima konglomerata (sredina 3). Podaci o fizičko-mehaničkim karakteristikama tla usvojeni su na osnovu neposredne terenske procjene, laboratorijskih ispitivanja uzoraka tla i fondovskih podataka;

- Sredinu 1 (humificirani, prašinasti materijal) i sredinu 1' (tehnogeni nasuti materijal) potrebno je ukloniti na čitavom prostoru ispod budućeg objekta, zbog lošijih fizičko-mehaničkih karakteristika i relativno male debljine;
- Proračunom dozvoljenog opterećenja tla prema Brinch Hansen-u, utvrđeno je da dozvoljena nosivost u sredinama 2 i 3 iznosi:
  - $q_{a1}=427,50 \text{ kN/m}^2$  (za temeljne trake i sredinu 2),
  - $q_{a2}=895,50 \text{ kN/m}^2$  (za temeljnu ploču i sredinu 2),
  - $q_{a3}=368,20 \text{ kN/m}^2$  (za temeljne trake i sredinu 3),
  - $q_{a4}=1097,60 \text{ kN/m}^2$  (za temeljnu ploču i sredinu 3);
- Proračunima slijeganja terena pod uticajem objekta utvrđeno je da je ukupno slijeganje terena pod uticajem objekta je u dozvoljenim granicama za sva četiri razmatrana scenarija ( $s_1=0,62\text{cm}$ ,  $s_2=5,64\text{cm}$ ,  $s_3=0,46\text{cm}$  i  $s_4=4,17\text{cm}$ );
- Na osnovu izvedenih terenskih istraživanja, laboratorijskih ispitivanja i izvršenih geostatičkih proračuna, preporučuje se fundiranje budućeg objekta, po mogućnosti, u litološkoj jedinici 3. U koliko se ipak objekat bude fundirao u litološkoj jedinici 2, preporučuje se fundiranje na temeljnoj ploči, uz neophodnu prethodnu zamjenu materijala;
- Preporuka je da fundiranje budućeg objekta izvede na nasutom sloju krupne drobine, minimalne debljine 0,30 m (granulacije do  $\varnothing 20\text{cm}$ ), nakon iskopa temeljnog rova. Kameni nasip zapuniti sitnim, drobinskim, izravnavajućim materijalom i izvršiti zbijanje do minimalnog modula stišljivosti od  $M_s=30\text{MPa}$ . Nakon toga izvršiti nasipanje slojem šljunkovito-pjeskovitog ili drobinskog kamenog tampona, granulacije 0-60 mm, debljine 0,40 m (dva sloja po 20 cm), uz zbijanje do modula stišljivosti od  $M_s=40\text{MPa}$ . Obavezno izvršiti provjeru zbijenosti metodom kružne ploče sa padajućim tegom i o tome sačiniti adekvatni Izvještaj;
- Iskop izvodi u sušnom periodu godine, bez zastoja i u što kraćem vremenskom periodu. Nivo podzemne vode nije registrovan za vrijeme

izvođenja terenskih istražnih radova (april 2024. godine). Ukoliko se ipak pojavi podzemna voda u temeljnom iskopu, neophodno ga je efikasno drenirati izradom manjeg drenažnog kanala duž oboda temeljne jame, sa padom ka drenažnom oknu koje je locirano van građevinske linije objekta. U drenažno okno je potrebno ugraditi muljnu pumpu koja će crpiti vodu koja se može drenirati u atmosfersku kanalizaciju;

- Obavezno predvidjeti adekvatnu hidroizolaciju temelja. Takođe, potrebno je adekvatno projektovati drenažne objekte oko budućeg objekta, a prikupljenu vodu kontrolisano odvesti u atmosfersku kanalizaciju;
- Za izradu parkinga i pristupnih puteva, takođe je neophodno izvršiti izmjenu podtla odgovarajućim drobinskim materijalom, minimalne debljine 0,40 m i izvršiti zbijanje do konsolidacije  $M_s=30\text{MPa}$ ;
- Posebnu pažnju obratiti da se prilikom izvođenja radova ne ugrozi stabilnost susjednih objekata i saobraćajnica u neposrednoj blizini;
- U toku izvođenja radova preporučujemo povremeni geotehnički nadzor, radi sprovođenja predloženog načina iskopa i sanacionih mjera, kao i radi eventualnih nepredviđenih okolnosti koje diktiraju složena svojstva geološke sredine;
- Teren je u prirodnim uslovima stabilan.

## **6. ZAKLJUČAK**

Na osnovu rezultata izvedenih geotehničkih istraživanja i geotehničke analize može se zaključiti da se projektovanje i izgradnja sportskog centra „Sukuruć“ na lokaciji: katastarska parcela broj 725/2 KO Vuksanlekići, Opština Tuzi, može izvesti, uz obavezno pridržavanje svih preporuka koje su iznijete u ovom Elaboratu.

U toku izvođenja radova preporučujemo povremeni geotehnički nadzor, radi sprovođenja predloženog načina iskopa i sanacionih mjera, kao i radi eventualnih nepredviđenih okolnosti koje diktiraju složena svojstva geološke sredine.

Zaključci i preporuke u ovom Elaboratu važe isključivo za predmetnu lokaciju i ne mogu se, bez konsultacija i pisane saglasnosti autora ovog Elaborata, primijeniti na drugu lokaciju.

Rukovodilac radova:

---

Šućur Milovan, dipl.inž.geot.

## **7. LITERATURA I FONDOVSKA DOKUMENTACIJA**

- Živaljević M., sa saradnicima, (1962-1967): OGK lista "Titograd" 1:100 000 sa Tumačem, Zavod za geološka istraživanja SRCG – Titograd;
- Radulović V., sa saradnicima (1982): Seizmogeološke podloge i seizmička mikrorejonizacija urbanog područja Titograda, Golubovaca i Tuzi, Zavod za geološka istraživanja SRCG-Titograd, IZIS – Skoplje;
- Radulović Vasilije sa saradnicima, Karta seizmičke regionalizacije teritorije SR Crne Gore 1:100 000 sa Tumačem;
- Regionalne karte teritorije Crne Gore: Tektonska karta, Neotektonska karta 1:100 000, Geomorfološka karta 1:200 000;
- Geološke podloge za prostorni plan Republike, Inženjerskogeološka karta Crne Gore 1:100 000;
- Radulović R., sa saradnicima (2011): Elaborat o detaljnim geotehničkim istraživanjima za potrebe obezbjeđenja podloga za izradu Glavnog projekta rekonstrukcije makagistralnog puta M-18, dionica: Tuzi-Božaj (od km 150+033/Pljoče do km 158.809/Vitoja), "GEOPROJEKT" d.o.o., Podgorica;
- Fondovski materijal: „GEOTEHNIKA“ d.o.o. Bijelo Polje – R.J. Nikšić.

### **III GRAFIČKI PRILOZI**

## **SADRŽAJ:**

Prilog broj 1 Geografski položaj istražnog područja

Prilog broj 2 Geološka karta šireg istražnog područja

Prilog broj 3 Situacija terena sa položajem istražnih radova

Prilog broj 4 Karta tektonske rejonizacije Crne Gore

Prilog broj 5 Inženjersko-geološki profili

5.1 Inženjersko-geološki profil raskopa R1

5.2 Inženjersko-geološki profil bušotine B1

Prilog broj 6 Seizmološka karta Crne Gore

Prilog broj 7 Žarišna područja i epicentri najjače dogođenih zemljotresa

Prilog broj 8 Karta registrovanih zemljotresa u periodu 1983-2004.

Prilog broj 9 Proračuni dozvoljenog opterećenja po Brinch Hansen-u

9.1 Za sredinu 2 i temeljne trake

9.2 Za sredinu 2 i temeljnu ploču

9.3 Za sredinu 3 i temeljne trake

9.4 Za sredinu 3 i temeljnu ploču

Prilog broj 10 Proračun slijeganja terena pod uticajem objekta

10.1 Za sredinu 2 i temeljne trake

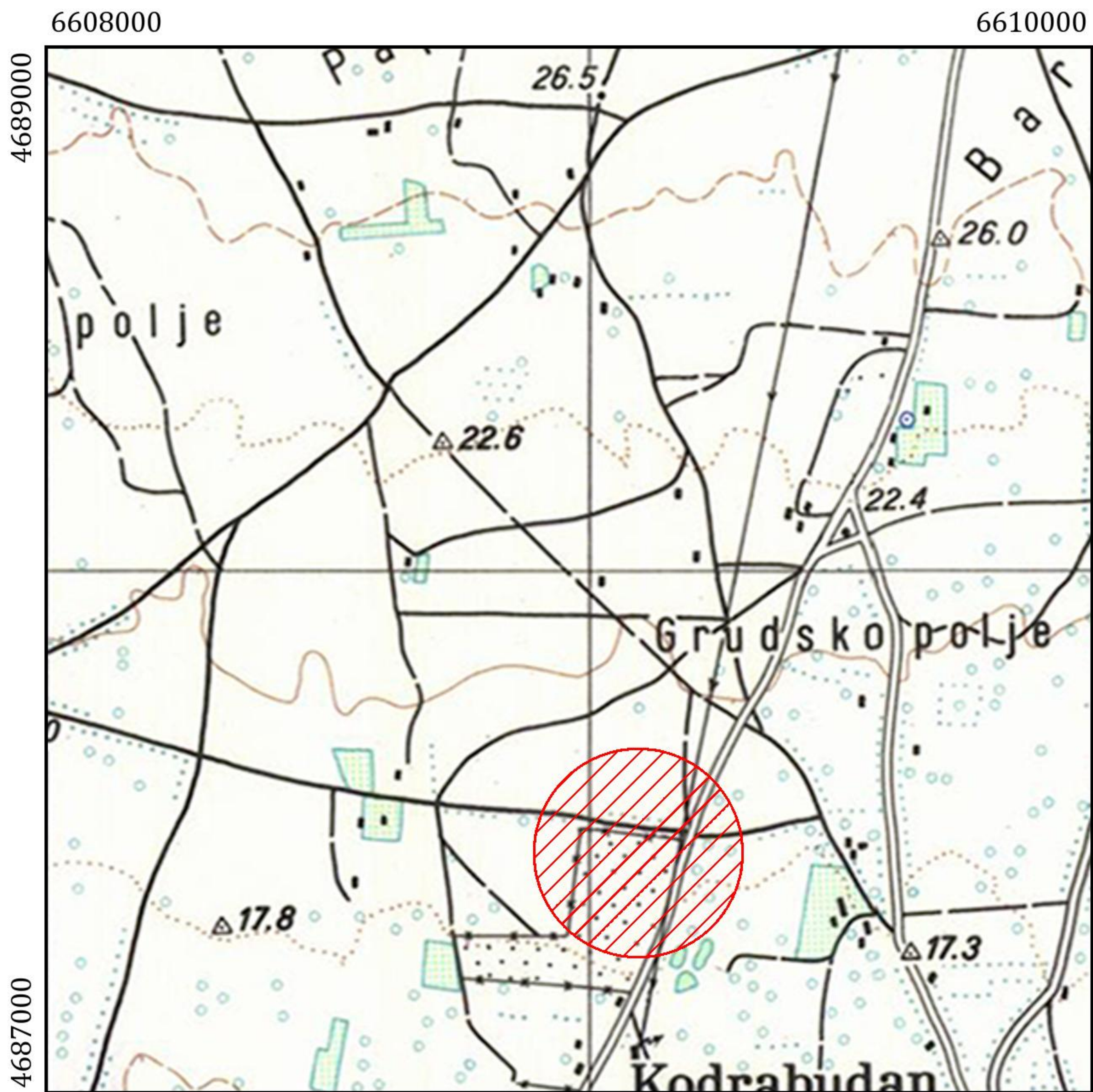
10.2 Za sredinu 2 i temeljnu ploču

10.3 Za sredinu 3 i temeljne trake

10.4 Za sredinu 3 i temeljnu ploču



GEOGRAFSKI POLOŽAJ ISTRAŽNOG PODRUČJA




KOORDINATE TAČAKA MIKROLOKACIJE:

1	6609107,000	4687530,000
2	6609145,000	4687528,000
3	6609187,000	4687526,000
4	6609165,000	4687454,000
5	6609146,000	4687389,000
6	6609117,000	4687394,000
7	6609086,000	4687400,000
8	6609096,000	4687467,000

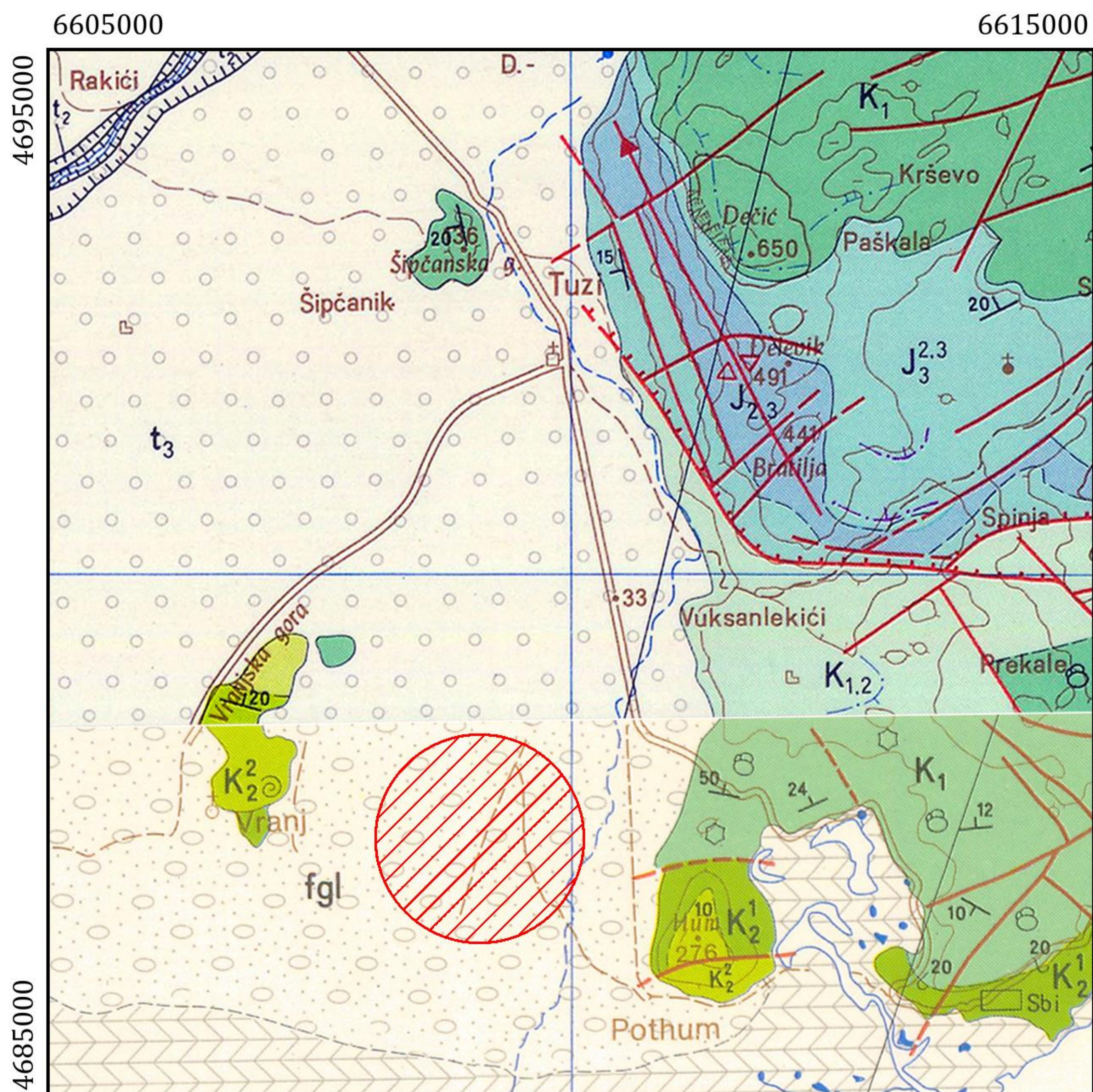
LEGENDA:

 Područje istraživanja

 <div>GEOTEHNIKA DOO Bijelo Polje</div>	LOKACIJA:  Katastarska parcela broj 725/2 KO Vuksanlekići, Opština Tuzi		
OBJEKAT:  Sportski centar „Sukuruć“	ODGOVORNI PROJEKTANT:  Milovan Šućur, dipl. inž. geot.	NAZIV PRILOGA:  Geografski položaj istražnog područja	
INVESTITOR:  Opština Tuzi	NARUČILAC POSLA:  „Civil Engineer“ d.o.o. Podgorica	DATUM:  April 2024.	
IZVOĐAČ:  DOO „GEOTEHNIKA“ Bijelo Polje	OBRADIO:  MSc Nikola Šućur, dipl. inž. geot.	RAZMJERA:  1:16000	BROJ PRILOGA:  1



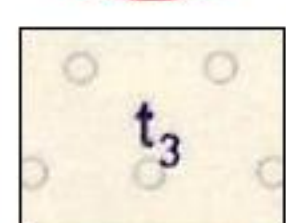
# GEOLOŠKA KARTA ŠIREG ISTRAŽNOG PODRUČJA



LEGENDA:



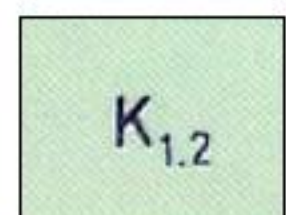
## Područje istraživanja



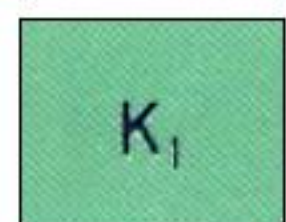
### Najviša terasa



## Glaciofluvijalni sedimenti



Dolomiti, dolomitični krečnjaci i krečnjaci-alb-cenoman



Krečnjaci, laporoviti krečnjaci, dolomitični krečnjaci i dolomiti



## Jezerski sedimenti



**GEOTEHNIKA**  
DOO Bijelo Polje

**LOKACIJA:**

Katastarska parcela broj 725/2 KO Vuksanlekići, Opština Tuzi

**OBJEKT:**

Sportski centar „Sukuruć“

**ODGOVORNI PROJEKTANT:**

Milovan Šućur, dipl. inž. geot.

**NAZIV PRILOGA:**

## Geološka karta šireg istražnog područja

**INVESTITOR:**

Opština Tuzi

**NARUČILAC POSLA:**

„Civil Engineer“ d.o.o. Podgorica

**DATUM:**

April 2024.

**IZVODÁČ:**

DOO „GEOTEHNIKA“ Bijelo Polje

**OBRADIO:**

MSc Nikola Šučur, dipl. inž. geot.

**RAZMJERA:**

1:80000

**BROJ PRILOGA:**

2



SITUACIJA TERENA SA POLOŽAJEM ISTRAŽNIH RADOVA




LEGENDA:



Istražni raskop R1

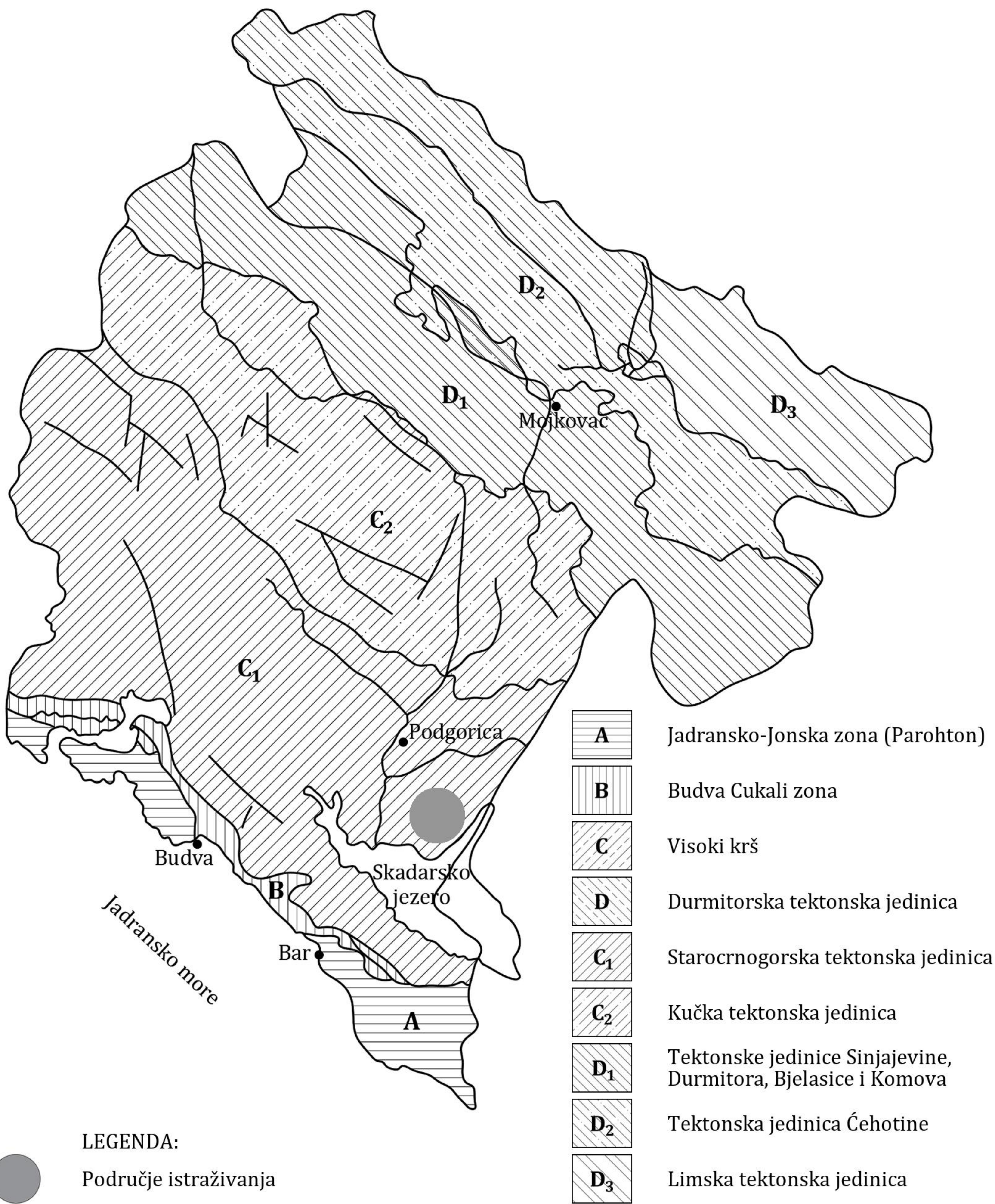



Istražna bušotina B1

 <div>GEOTEHNIKA DOO Bijelo Polje</div>	LOKACIJA:  Katastarska parcela broj 725/2 KO Vuksanlekići, Opština Tuzi		
OBJEKAT:  Sportski centar „Sukuruć“	ODGOVORNI PROJEKTANT:  Milovan Šućur, dipl. inž. geot.	NAZIV PRILOGA:  Situacija terena sa položajem istražnih radova	
INVESTITOR:  Opština Tuzi	NARUČILAC POSLA:  „Civil Engineer“ d.o.o. Podgorica	DATUM:  April 2024.	
IZVOĐAČ:  DOO „GEOTEHNIKA“ Bijelo Polje	OBRADIO:  MSc Nikola Šućur, dipl. inž. geot.	RAZMJERA:  1:1300	BROJ PRILOGA:  3



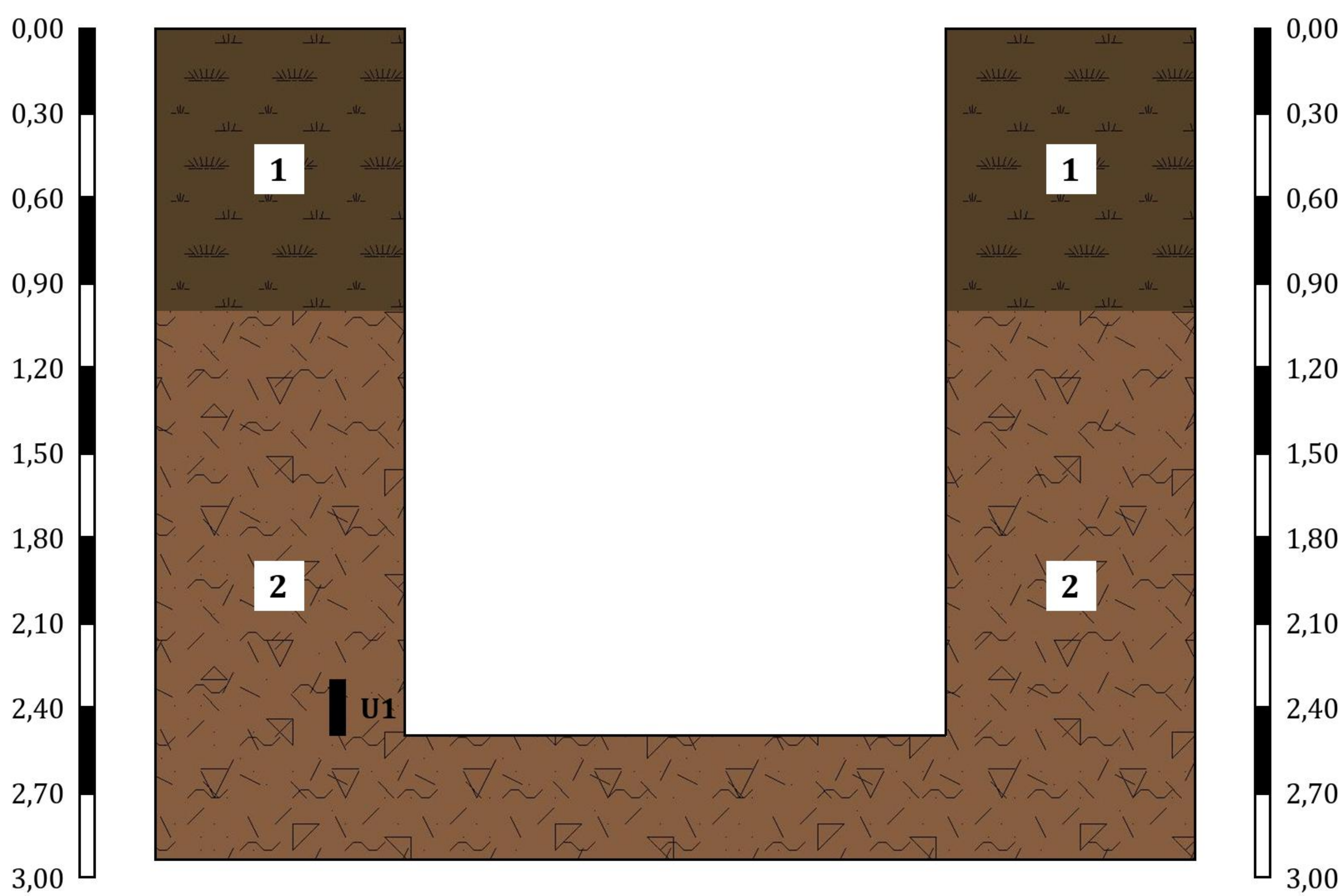
KARTA TEKTONSKE REJONIZACIJE CRNE GORE



 <div>GEOTEHNIKA DOO Bijelo Polje</div>	LOKACIJA:  Katastarska parcela broj 725/2 KO Vuksanlekići, Opština Tuzi		
OBJEKAT:  Sportski centar „Sukuruć“	ODGOVORNI PROJEKTANT:  Milovan Šućur, dipl. inž. geot.	NAZIV PRILOGA:  Karta tektonske rejonizacije Crne Gore	
INVESTITOR:  Opština Tuzi	NARUČILAC POSLA:  „Civil Engineer“ d.o.o. Podgorica	DATUM:  April 2024.	
IZVOĐAČ:  DOO „GEOTEHNIKA“ Bijelo Polje	OBRADIO:  MSc Nikola Šućur, dipl. inž. geot.	RAZMJERA:  1:1000000	BROJ PRILOGA:  4




INŽENJERSKO-GEOLOŠKI PROFIL RASKOPA R1



LEGENDA:

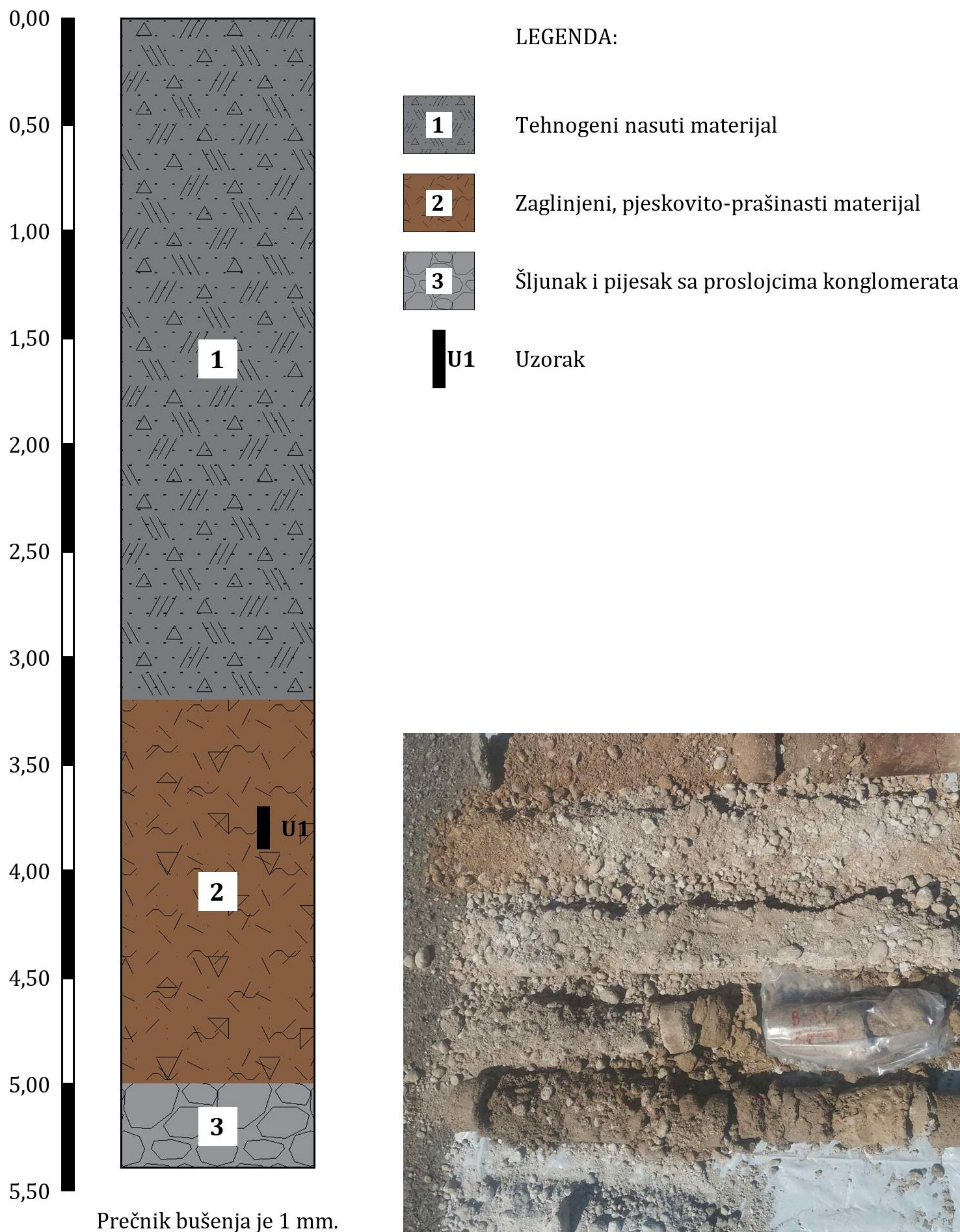
- 1** Humificirani, prašinski materijal
- 2** Zaglinjeni, pjeskovito-prašinski materijal
- U1** Uzorak




 <b>GEOTEHNIKA</b> DOO Bijelo Polje		<b>LOKACIJA:</b>  Katastarska parcela broj 725/2 KO Vuksanlekići, Opština Tuzi	
<b>OBJEKAT:</b>  Sportski centar „Sukuruć“	<b>ODGOVORNI PROJEKTANT:</b>  Milovan Šućur, dipl. inž. geot.	<b>NAZIV PRILOGA:</b>  Inženjersko-geološki profil raskopa R1	
<b>INVESTITOR:</b>  Opština Tuzi	<b>NARUČILAC POSLA:</b>  „Civil Engineer“ d.o.o. Podgorica	<b>DATUM:</b>  April 2024.	
<b>IZVOĐAČ:</b>  DOO „GEOTEHNIKA“ Bijelo Polje	<b>OBRADIO:</b>  MSc Nikola Šućur, dipl. inž. geot.	<b>RAZMJERA:</b>  1:25	<b>BROJ PRILOGA:</b>  5.1



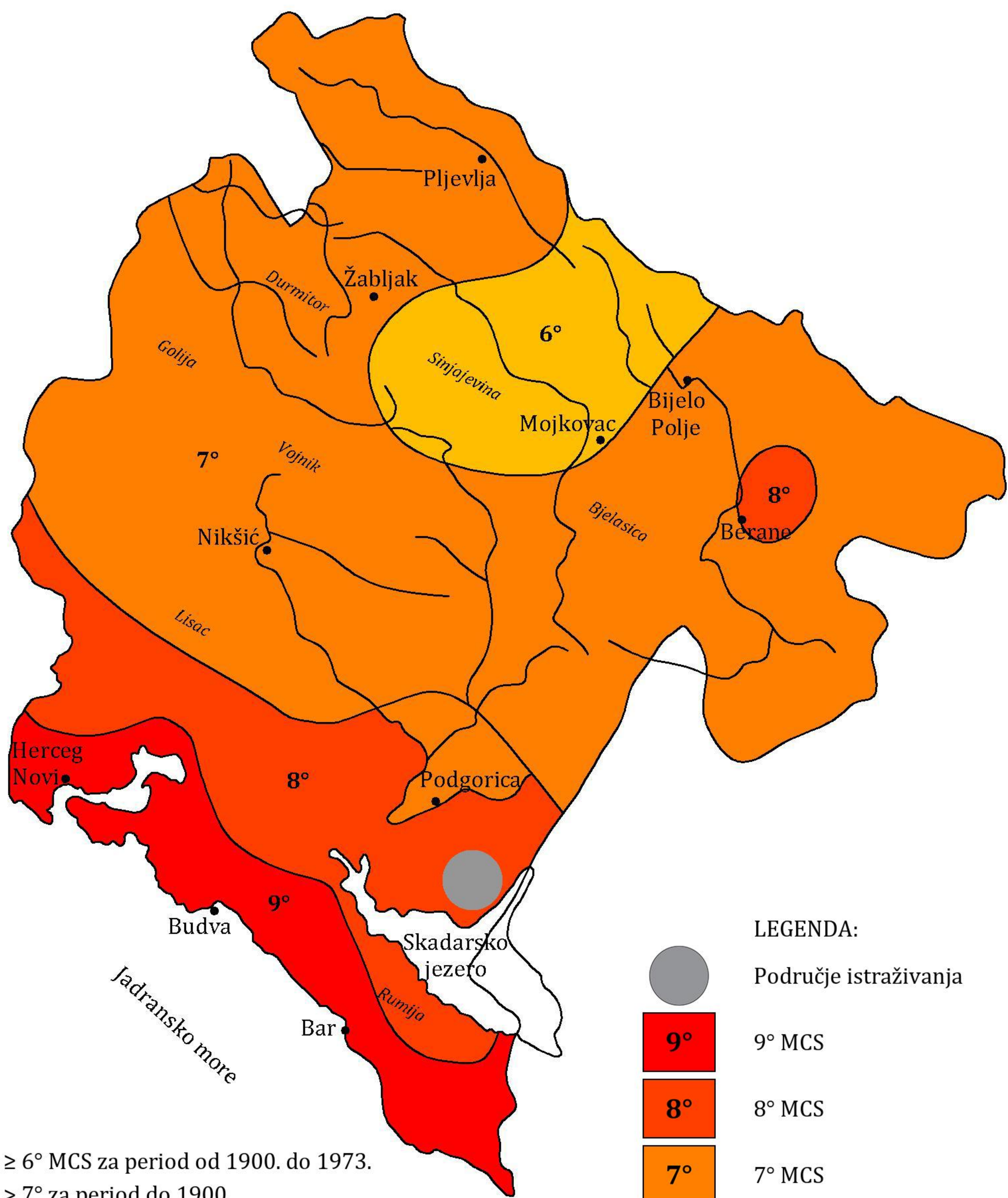
INŽENJERSKO-GEOLOŠKI PROFIL BUŠOTINE B1



 <div>GEOTEHNIKA DOO Bijelo Polje</div>	LOKACIJA:  Katastarska parcela broj 725/2 KO Vuksanlekići, Opština Tuzi		
OBJEKAT:  Sportski centar „Sukuruć“	ODGOVORNI PROJEKTANT:  Milovan Šućur, dipl. inž. geot.	NAZIV PRILOGA:  Inženjersko-geološki profil bušotine B1	
INVESTITOR:  Opština Tuzi	NARUČILAC POSLA:  „Civil Engineer“ d.o.o. Podgorica	DATUM:  April 2024.	
IZVOĐAČ:  DOO „GEOTEHNIKA“ Bijelo Polje	OBRADIO:  MSc Nikola Šućur, dipl. inž. geot.	RAZMJERA:  1:54	BROJ PRILOGA:  5.2



SEIZMOLOŠKA KARTA CRNE GORE



Max  $\geq 6^\circ$  MCS za period od 1900. do 1973.  
Max  $> 7^\circ$  za period do 1900.  
Područje maksimalno opaženog inteziteta u MCS skali.  
Mjesta koja se nalaze na izolinijsima u području višeg inteziteta.

LEGENDA:


Područje istraživanja

9° 9° MCS

8° 8° MCS

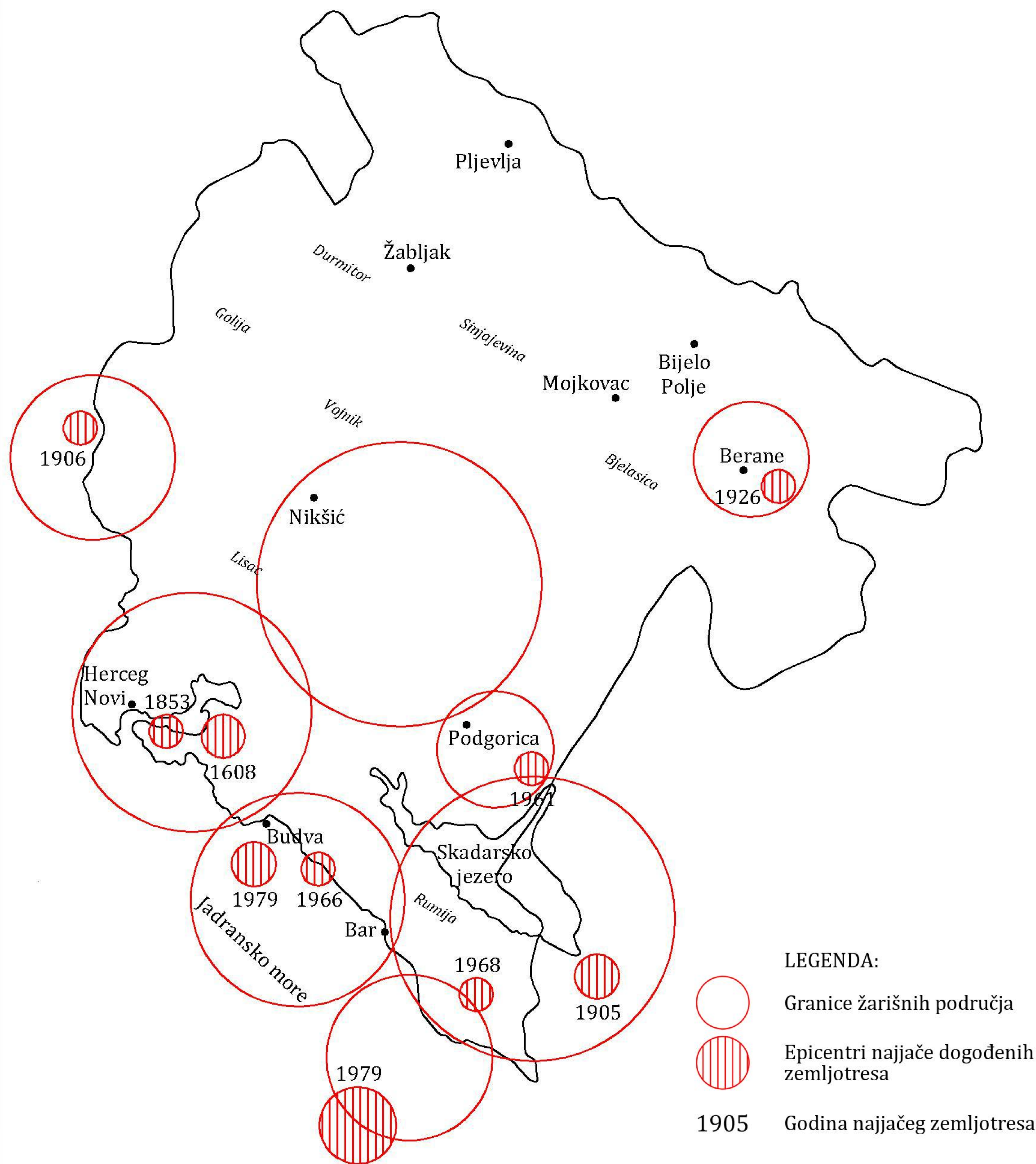
7° 7° MCS


6° 6° MCS

 <div>GEOTEHNIKA DOO Bijelo Polje</div>		LOKACIJA: Katastarska parcela broj 725/2 KO Vuksanlekići, Opština Tuzi	
OBJEKAT: Sportski centar „Sukuruć“	ODGOVORNI PROJEKTANT: Milovan Šućur, dipl. inž. geot.	NAZIV PRILOGA: Seizmološka karta Crne Gore	
INVESTITOR: Opština Tuzi	NARUČILAC POSLA: „Civil Engineer“ d.o.o. Podgorica	DATUM: April 2024.	
IZVOĐAČ: DOO „GEOTEHNIKA“ Bijelo Polje	OBRADIO: MSc Nikola Šućur, dipl. inž. geot.	RAZMJERA: 1:1000000	BROJ PRILOGA: 6



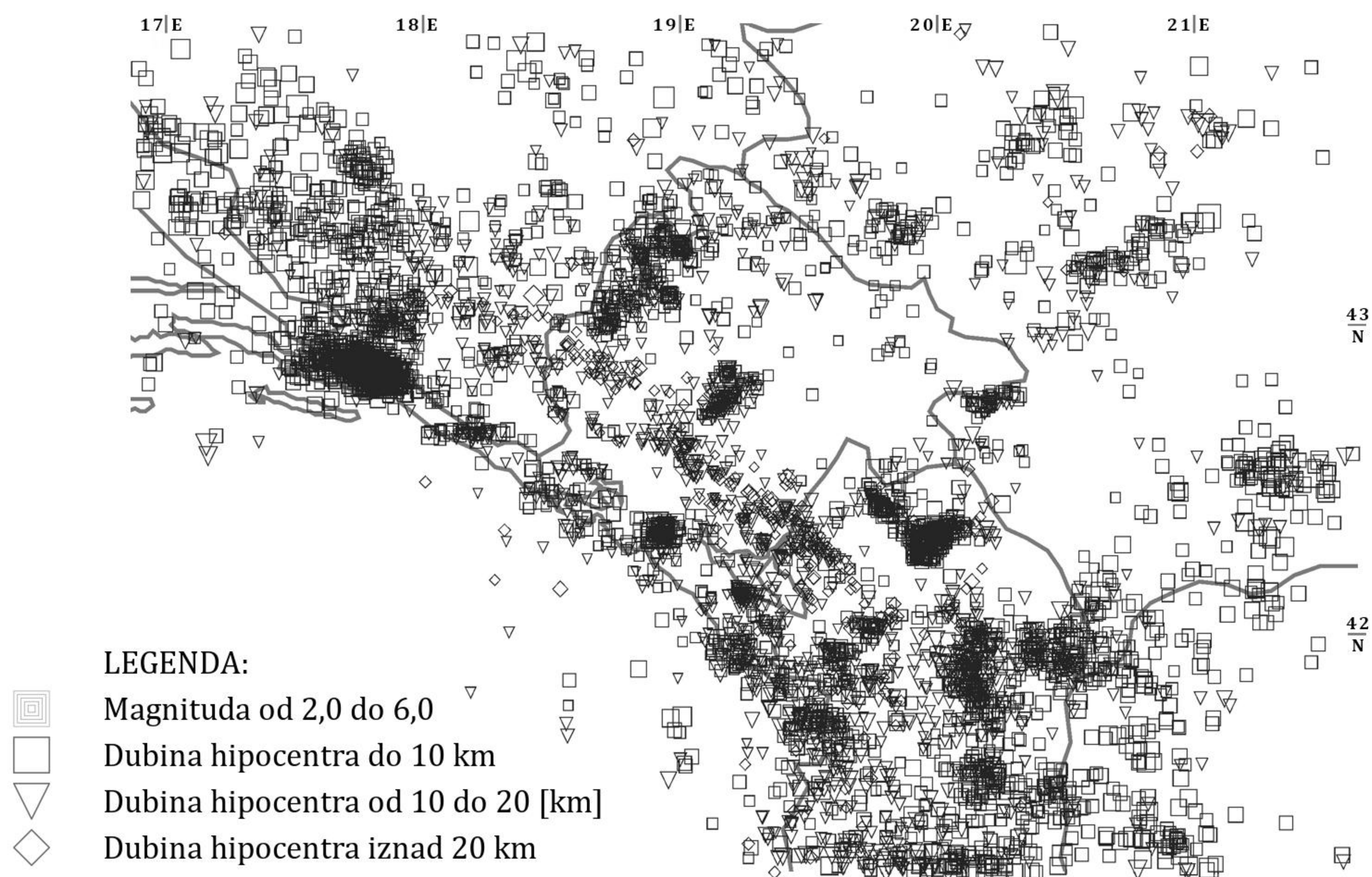
ŽARIŠNA PODRUČJA I EPICENTRI NAJJAČE DOGOĐENIH ZEMLJOTRESA



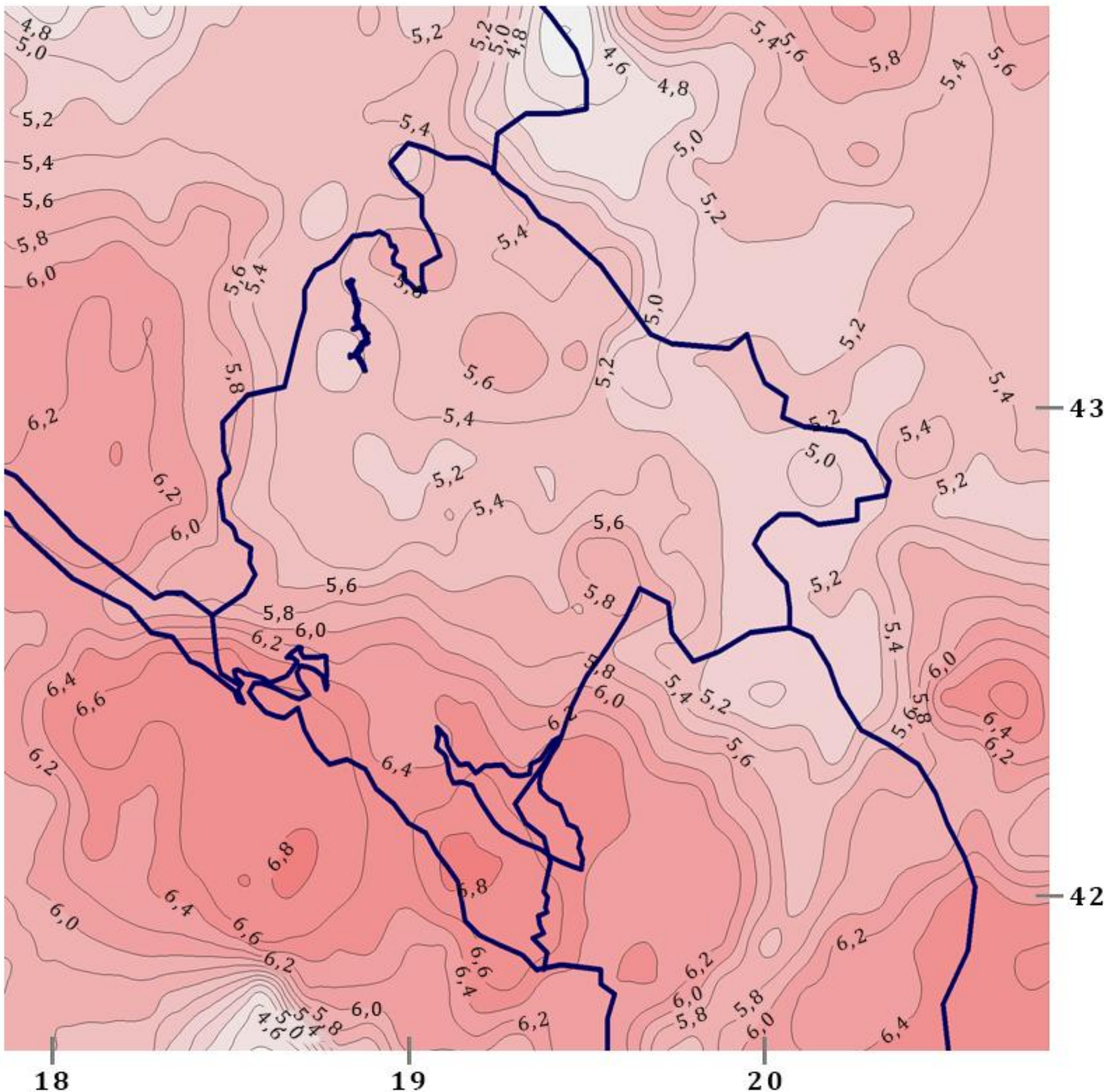
 <b>GEOTEHNIKA</b> DOO Bijelo Polje		<b>LOKACIJA:</b> Katastarska parcela broj 725/2 KO Vuksanlekići, Opština Tuzi	
<b>OBJEKAT:</b> Sportski centar „Sukuruć“	<b>ODGOVORNI PROJEKTANT:</b> Milovan Šućur, dipl. inž. geot.	<b>NAZIV PRILOGA:</b> Žarišna područja i epicentri najjače dogođenih zemljotresa	
<b>INVESTITOR:</b> Opština Tuzi	<b>NARUČILAC POSLA:</b> „Civil Engineer“ d.o.o. Podgorica	<b>DATUM:</b> April 2024.	
<b>IZVOĐAČ:</b> DOO „GEOTEHNIKA“ Bijelo Polje	<b>OBRADIO:</b> MSc Nikola Šućur, dipl. inž. geot.	<b>RAZMJERA:</b> 1:1000000	<b>BROJ PRILOGA:</b> 7




KARTA REGISTROVANIH ZEMLJOTRESA U PERIODU OD 1983. DO 2004.



Zemljotresi registrovani u periodu od početka 1983. godine do kraja 2004. godine na području Crne Gore i okoline  
Magnituda zemljotresa iznad 2,0 (B. Glavatović, 2005)



Karta očekivanih maksimalnih magnituda zemljotresa, za povratni period vremena od 100 godina,  
kao rezultat proračuna G-R relacija (B. Glavatović, 2005)

 <div>GEOTEHNIKA DOO Bijelo Polje</div>	<b>LOKACIJA:</b>  Katastarska parcela broj 725/2 KO Vuksanlekići, Opština Tuzi		
<b>OBJEKAT:</b>  Sportski centar „Sukuruć“	<b>ODGOVORNI PROJEKTANT:</b>  Milovan Šućur, dipl. inž. geot.	<b>NAZIV PRILOGA:</b>  Karta registrovanih zemljotresa u periodu od 1983. do 2004.	
<b>INVESTITOR:</b>  Opština Tuzi	<b>NARUČILAC POSLA:</b>  „Civil Engineer“ d.o.o. Podgorica	<b>DATUM:</b>  April 2024.	
<b>IZVOĐAČ:</b>  DOO „GEOTEHNIKA“ Bijelo Polje	<b>OBRADIO:</b>  MSc Nikola Šućur, dipl. inž. geot.	<b>RAZMJERA:</b>  1:3000000	<b>BROJ PRILOGA:</b>  8





# GEOTEHNIKA

DRUŠTVO SA OGR. ODGOVORNOŠĆU BIJELO POLJE, TRŠOVA bb  
R.J. NIKŠIĆ Inž. djelatnosti i tehničko savjetovanje 7112; tel/faks: 00382 040 230 425, 069 024 317  
PIB: 02632659 :PDV70/31-00770-9 mail: ssn@t-com.me, ž.r. CKB 510-79833-34

## Proračun dozvoljene nosivosti tla ispod plitko fundiranog temelja

### PODACI O TLU

Zapreminska težina ( $\gamma_1$ ):	20	kN/m <sup>3</sup>	(iznad temeljnog dna)
Zapreminska težina ( $\gamma_2$ ):	20	kN/m <sup>3</sup>	(ispod temeljnog dna)
Kohezija ( $c$ ):	38	kPa	
Ugao unutrašnjeg trenja ( $\varphi$ ):	32	°	

### PODACI O TEMELJU

Dubina fundiranja ( $D_f$ ):	0.40	m
Širina temelja ( $B$ ):	0.80	m
Dužina temelja ( $L$ ):	15.00	m

### FAKTORI SIGURNOSTI

Parcijalni faktori sigurnosti: Redukovani parametri čvrstoće:

$$F_c = 2.5 \quad \tan \varphi_a = \frac{\tan \varphi}{F_\varphi} \quad c_a = \frac{c}{F_c}$$

$$F_\varphi = 1.5$$

### OPTEREĆENJE TEMELJA

#### Ekscentricitet

$e_B =$	0.0	m	$B' =$	0.80	m
$e_L =$	0.0	m	$L' =$	15.00	m

#### Koso opterećenje

Horizontalna komponenta sile $H =$	0.0	kN
Vertikalna komponenta sile $V =$	0.0	kN

### DOZVOLJENA NOSIVOST ( $q_a$ )

$$q_a = 0,5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma + (c_a + q_o \cdot \tan \varphi_a) N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + q_o$$

Redukovani parametri		Faktori nosivosti			Faktori oblika			Faktori dubine			Faktori nagiba sile		
$c_a$ (kPa)	$\varphi_a$ (°)	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$S_c$	$S_q$	$S_\gamma$	$d_c$	$d_q$	$d_\gamma$	$i_c$	$i_q$	$i_\gamma$
15.20	22.62	17.59	8.33	5.49	1.01	1.01	0.99	1.14	1.12	1.00	1.00	1.00	1.00

Dozvoljena nosivost tla za centrično opterećen temelj vertikalnom rezultantnom silom:

$$q_a = 427.5 \text{ kPa}$$



# GEOTEHNIKA

DRUŠTVO SA OGR. ODGOVORNOŠĆU BIJELO POLJE, TRŠOVA bb  
R.J. NIKŠIĆ Inž. djelatnosti i tehničko savjetovanje 7112; tel/faks: 00382 040 230 425, 069 024 317  
PIB: 02632659 :PDV70/31-00770-9 mail: ssn@t-com.me, ž.r. CKB 510-79833-34

## Proračun dozvoljene nosivosti tla ispod plitko fundiranog temelja

### PODACI O TLU

Zapreminska težina ( $\gamma_1$ ):	20	kN/m <sup>3</sup>	(iznad temeljnog dna)
Zapreminska težina ( $\gamma_2$ ):	20	kN/m <sup>3</sup>	(ispod temeljnog dna)
Kohezija ( $c$ ):	38	kPa	
Ugao unutrašnjeg trenja ( $\varphi$ ):	32	°	

### PODACI O TEMELJU

Dubina fundiranja ( $D_f$ ):	0.40	m
Širina temelja ( $B$ ):	10.00	m
Dužina temelja ( $L$ ):	15.00	m

### FAKTORI SIGURNOSTI

Parcijalni faktori sigurnosti: Redukovani parametri čvrstoće:

$$F_c = 2.5 \quad \tan \varphi_a = \frac{\tan \varphi}{F_\varphi} \quad c_a = \frac{c}{F_c}$$

$$F_\varphi = 1.5$$

### OPTEREĆENJE TEMELJA

#### Ekscentricitet

$e_B =$	0.0	m	$B' =$	10.00	m
$e_L =$	0.0	m	$L' =$	15.00	m

#### Koso opterećenje

Horizontalna komponenta sile $H =$	0.0	kN
Vertikalna komponenta sile $V =$	0.0	kN

### DOZVOLJENA NOSIVOST ( $q_a$ )

$$q_a = 0,5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma + (c_a + q_o \cdot \tan \varphi_a) N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + q_o$$

Redukovani parametri		Faktori nosivosti			Faktori oblika			Faktori dubine			Faktori nagiba sile		
$c_a$ (kPa)	$\varphi_a$ (°)	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$S_c$	$S_q$	$S_\gamma$	$d_c$	$d_q$	$d_\gamma$	$i_c$	$i_q$	$i_\gamma$
15.20	22.62	17.59	8.33	5.49	1.14	1.12	0.93	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00

Dozvoljena nosivost tla za centrično opterećen temelj vertikalnom rezultantnom silom:

$$q_a = 895.5 \text{ kPa}$$



# GEOTEHNIKA

DRUŠTVO SA OGR. ODGOVORNOŠĆU BIJELO POLJE, TRŠOVA bb  
R.J. NIKŠIĆ Inž. djelatnosti i tehničko savjetovanje 7112; tel/faks: 00382 040 230 425, 069 024 317  
PIB: 02632659 :PDV70/31-00770-9 mail: ssn@t-com.me, ž.r. CKB 510-79833-34

## Proračun dozvoljene nosivosti tla ispod plitko fundiranog temelja

### PODACI O TLU

Zapreminska težina ( $\gamma_1$ ):	22	kN/m <sup>3</sup>	(iznad temeljnog dna)
Zapreminska težina ( $\gamma_2$ ):	22	kN/m <sup>3</sup>	(ispod temeljnog dna)
Kohezija ( $c$ ):	3	kPa	
Ugao unutrašnjeg trenja ( $\varphi$ ):	36	°	

### PODACI O TEMELJU

Dubina fundiranja ( $D_f$ ):	0.80	m
Širina temelja ( $B$ ):	0.80	m
Dužina temelja ( $L$ ):	15.00	m

### FAKTORI SIGURNOSTI

Parcijalni faktori sigurnosti: Redukovani parametri čvrstoće:

$$F_c = 2.5 \quad \tan \varphi_a = \frac{\tan \varphi}{F_\varphi} \quad c_a = \frac{c}{F_c}$$

$$F_\varphi = 1.5$$

### OPTEREĆENJE TEMELJA

#### Ekscentricitet

$e_B =$	0.0	m	$B' =$	0.80	m
$e_L =$	0.0	m	$L' =$	15.00	m

#### Koso opterećenje

Horizontalna komponenta sile $H =$	0.0	kN
Vertikalna komponenta sile $V =$	0.0	kN

### DOZVOLJENA NOSIVOST ( $q_a$ )

$$q_a = 0,5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma + (c_a + q_o \cdot \tan \varphi_a) N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + q_o$$

Redukovani parametri		Faktori nosivosti			Faktori oblika			Faktori dubine			Faktori nagiba sile		
$c_a$ (kPa)	$\varphi_a$ (°)	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$S_c$	$S_q$	$S_\gamma$	$d_c$	$d_q$	$d_\gamma$	$i_c$	$i_q$	$i_\gamma$
1.20	25.84	22.01	11.66	9.29	1.01	1.01	0.99	1.24	1.22	1.00	1.00	1.00	1.00

Dozvoljena nosivost tla za centrično opterećen temelj vertikalnom rezultantnom silom:

$$q_a = 368.2 \text{ kPa}$$



# GEOTEHNIKA

DRUŠTVO SA OGR. ODGOVORNOŠĆU BIJELO POLJE, TRŠOVA bb  
R.J. NIKŠIĆ Inž. djelatnosti i tehničko savjetovanje 7112; tel/faks: 00382 040 230 425, 069 024 317  
PIB: 02632659 :PDV70/31-00770-9 mail: ssn@t-com.me, ž.r. CKB 510-79833-34

## Proračun dozvoljene nosivosti tla ispod plitko fundiranog temelja

### PODACI O TLU

Zapreminska težina ( $\gamma_1$ ):	22	kN/m <sup>3</sup>	(iznad temeljnog dna)
Zapreminska težina ( $\gamma_2$ ):	22	kN/m <sup>3</sup>	(ispod temeljnog dna)
Kohezija ( $c$ ):	3	kPa	
Ugao unutrašnjeg trenja ( $\varphi$ ):	36	°	

### PODACI O TEMELJU

Dubina fundiranja ( $D_f$ ):	0.40	m
Širina temelja ( $B$ ):	10.00	m
Dužina temelja ( $L$ ):	15.00	m

### FAKTORI SIGURNOSTI

Parcijalni faktori sigurnosti: Redukovani parametri čvrstoće:

$$F_c = 2.5 \quad \tan \varphi_a = \frac{\tan \varphi}{F_\varphi} \quad c_a = \frac{c}{F_c}$$

$$F_\varphi = 1.5$$

### OPTEREĆENJE TEMELJA

#### Ekscentricitet

$e_B =$	0.0	m	$B' =$	10.00	m
$e_L =$	0.0	m	$L' =$	15.00	m

#### Koso opterećenje

Horizontalna komponenta sile $H =$	0.0	kN
Vertikalna komponenta sile $V =$	0.0	kN

### DOZVOLJENA NOSIVOST ( $q_a$ )

$$q_a = 0,5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma + (c_a + q_o \cdot \tan \varphi_a) N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + q_o$$

Redukovani parametri		Faktori nosivosti			Faktori oblika			Faktori dubine			Faktori nagiba sile		
$c_a$ (kPa)	$\varphi_a$ (°)	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$S_c$	$S_q$	$S_\gamma$	$d_c$	$d_q$	$d_\gamma$	$i_c$	$i_q$	$i_\gamma$
1.20	25.84	22.01	11.66	9.29	1.14	1.13	0.93	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00

Dozvoljena nosivost tla za centrično opterećen temelj vertikalnom rezultantnom silom:

$$q_a = 1097.6 \text{ kPa}$$



# GEOTEHNIKA

DRUŠTVO SA OGR. ODGOVORNOŠĆU BIJELO POLJE, TRŠOVA bb  
R.J. NIKŠIĆ Inž. djelatnosti i tehničko savjetovanje 7112; tel/faks: 00382 040 230 425, 069 024 317  
PIB: 02632659 :PDV 70/31-00770-9 mail: ssn@t-com.me, Ž.r. CKB 510-79833-34

## PRORAČUN KONSOLIDACIONOG SLIJEGANJA PLITKOG TEMELJA METODA PRORAČUNA - TEORIJA KONSOLIDACIJE

Prilog 10.1

### Podaci o temelju

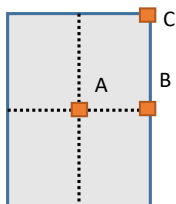
Dubina fundiranja	Df (m)	3.6
Širina temelja	B (m)	0.8
Dužina temelja	L (m)	15
Slijeganje ispod tačke	-	Централна
Uticaj rasterećenja - iskopa	-	Да
Krut temelj	-	Не
Dodatno opterećenje	q (kPa)	210
Napon na temeljnoj spojnici	qn (kPa)	138
Dubina uticaja	(%)	0%

### Podaci o tlu i proračun konsolidacionog slijeganja u centralnoj tački ispod temelja

Sloj	Debljina (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	z (m)	n=z/b m=a/b	Mv (kPa)	$\sigma_z$ (kPa)	$\Delta\sigma_z$ (kPa)	$\Delta\sigma_z/q_n$	$s_c$ (cm)	$s_i$ (cm)
Df	3.6	20	0	m=18.8		72	138			
1	3.2	17.5	1.6	n=4.0	2500	100	36.9	0.07	-	-
2	1.8	20	4.1	n=10.3	8000	146	12.5	0.02	0.28	0.28
3	0.4	22	5.2	n=13.0	14000	168.4	9.4	0.02	0.03	0.03
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Konsolidaciono slijeganje  $s_c$  /Trenutno slijeganje  $s_i$   $s_c=0.31\text{cm}$   $s_i=0.31\text{cm}$

Ukupno slijeganje  $S=s_i+s_c$   $S=0.62\text{cm}$



A - Centralna tačka  
B - Ivična tačka  
C - Ugaona tačka



# GEOTEHNIKA

DRUŠTVO SA OGR. ODGOVORNOŠĆU BIJELO POLJE, TRŠOVA bb  
R.J. NIKŠIĆ Inž. djelatnosti i tehničko savjetovanje 7112; tel/faks: 00382 040 230 425, 069 024 317  
PIB: 02632659 :PDV 70/31-00770-9 mail: ssn@t-com.me, Ž.r. CKB 510-79833-34

## PRORAČUN KONSOLIDACIONOG SLIJEGANJA PLITKOG TEMELJA METODA PRORAČUNA - TEORIJA KONSOLIDACIJE

Prilog 10.2

### Podaci o temelju

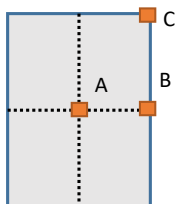
Dubina fundiranja	Df (m)	3.6
Širina temelja	B (m)	10
Dužina temelja	L (m)	15
Slijeganje ispod tačke	-	Централна
Uticaj rasterećenja - iskopa	-	Да
Krut temelj	-	Не
Dodatno opterećenje	q (kPa)	210
Napon na temeljnoj spojnici	qn (kPa)	138
Dubina uticaja	(%)	0%

### Podaci o tlu i proračun konsolidacionog slijeganja u centralnoj tački ispod temelja

Sloj	Debljina (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	z (m)	n=z/b m=a/b	Mv (kPa)	$\sigma_z$ (kPa)	$\Delta\sigma_z$ (kPa)	$\Delta\sigma_z/q_n$	$s_c$ (cm)	$s_i$ (cm)
Df	3.6	20	0	m=1.5		72	138			
1	3.2	17.5	1.6	n=0.3	2500	100	133.6	0.24	-	-
2	1.8	20	4.1	n=0.8	8000	146	112.6	0.20	2.53	2.53
3	0.4	22	5.2	n=1.0	14000	168.4	100.3	0.18	0.29	0.29
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Konsolidaciono slijeganje  $s_c$  /Trenutno slijeganje  $s_i$   $s_c=2.82\text{cm}$   $s_i=2.82\text{cm}$

Ukupno slijeganje  $S=s_i+s_c$   $S=5.64\text{cm}$



A - Centralna tačka  
B - Ivična tačka  
C - Ugaona tačka



# GEOTEHNIKA

DRUŠTVO SA OGR. ODGOVORNOŠĆU BIJELO POLJE, TRŠOVA bb  
R.J. NIKŠIĆ Inž. djelatnosti i tehničko savjetovanje 7112; tel/faks: 00382 040 230 425, 069 024 317  
PIB: 02632659 :PDV 70/31-00770-9 mail: ssn@t-com.me, Ž.r. CKB 510-79833-34

## PRORAČUN KONSOLIDACIONOG SLIJEGANJA PLITKOG TEMELJA METODA PRORAČUNA - TEORIJA KONSOLIDACIJE

Prilog 10.3

### Podaci o temelju

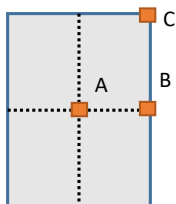
Dubina fundiranja	Df (m)	5.4
Širina temelja	B (m)	0.8
Dužina temelja	L (m)	15
Slijeganje ispod tačke	-	Централна
Uticaj rasterećenja - iskopa	-	Да
Krut temelj	-	Не
Dodatno opterećenje	q (kPa)	210
Napon na temeljnoj spojnici	qn (kPa)	102
Dubina uticaja	(%)	0%

### Podaci o tlu i proračun konsolidacionog slijeganja u centralnoj tački ispod temelja

Sloj	Debljina (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	z (m)	n=z/b m=a/b	Mv (kPa)	$\sigma_z$ (kPa)	$\Delta\sigma_z$ (kPa)	$\Delta\sigma_z/q_n$	$s_c$ (cm)	$s_i$ (cm)
Df	5.4	20	0	m=18.8		108	102			
1	3.2	17.5	1.6	n=4.0	2500	136	27.2	0.07	-	-
2	1.8	20	4.1	n=10.3	8000	182	9.2	0.02	0.21	0.21
3	0.4	22	5.2	n=13.0	14000	204.4	7.0	0.02	0.02	0.02
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Konsolidaciono slijeganje  $s_c$  /Trenutno slijeganje  $s_i$   $s_c=0.23\text{cm}$   $s_i=0.23\text{cm}$

Ukupno slijeganje  $S=s_i+s_c$   $S=0.46\text{cm}$



A - Centralna tačka  
B - Ivična tačka  
C - Ugaona tačka





# GEOTEHNIKA

DRUŠTVO SA OGR. ODGOVORNOŠĆU BIJELO POLJE, TRŠOVA bb  
R.J. NIKŠIĆ Inž. djelatnosti i tehničko savjetovanje 7112; tel/faks: 00382 040 230 425, 069 024 317  
PIB: 02632659 :PDV 70/31-00770-9 mail: ssn@t-com.me, Ž.r. CKB 510-79833-34

## PRORAČUN KONSOLIDACIONOG SLIJEGANJA PLITKOG TEMELJA METODA PRORAČUNA - TEORIJA KONSOLIDACIJE

Prilog 10.4

### Podaci o temelju

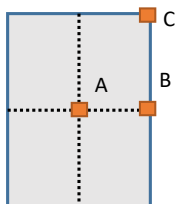
Dubina fundiranja	Df (m)	5.4
Širina temelja	B (m)	10
Dužina temelja	L (m)	15
Slijeganje ispod tačke	-	Централна
Uticaj rasterećenja - iskopa	-	Да
Krut temelj	-	Не
Dodatno opterećenje	q (kPa)	210
Napon na temeljnoj spojnici	qn (kPa)	102
Dubina uticaja	(%)	0%

### Podaci o tlu i proračun konsolidacionog slijeganja u centralnoj tački ispod temelja

Sloj	Debljina (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	z (m)	n=z/b m=a/b	Mv (kPa)	$\sigma_z$ (kPa)	$\Delta\sigma_z$ (kPa)	$\Delta\sigma_z/q_n$	$s_c$ (cm)	$s_i$ (cm)
Df	5.4	20	0	m=1.5		108	102			
1	3.2	17.5	1.6	n=0.3	2500	136	98.8	0.24	-	-
2	1.8	20	4.1	n=0.8	8000	182	83.2	0.20	1.87	1.87
3	0.4	22	5.2	n=1.0	14000	204.4	74.1	0.18	0.21	0.21
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Konsolidaciono slijeganje  $s_c$  /Trenutno slijeganje  $s_i$   $s_c=2.08\text{cm}$   $s_i=2.08\text{cm}$

Ukupno slijeganje  $S=s_i+s_c$   $S=4.17\text{cm}$



A - Centralna tačka  
B - Ivična tačka  
C - Ugaona tačka

## **IV      DOKUMENTACIONI MATERIJAL**

## **SADRŽAJ:**

- 1     Određivanje vlažnosti uzoraka tla (SRPS EN ISO 17892-1:2015)
- 2     Određivanje zapreminske mase tla sa porama (SRPS EN ISO 17892-2:2015)
- 3     Edometarsko ispitivanje stepenastim opterećenjem (SRPS EN ISO 17892-5:2017)
- 4     Opit direktnog smicanja drenirani - D opit (SRPS CEN ISO 17892-10:2019)



# GEOTEHNIKA

DOO Bijelo Polje

Objekat: Sportski centar „Sukuruć“  
Materijal: zaglinjeni prašinasto pijeskoviti  
Uzorak/dubina: B-1 (3.6-4,0m)  
Šifra uzorka: 05/24  
Datum ispitivanja: 04-05-24

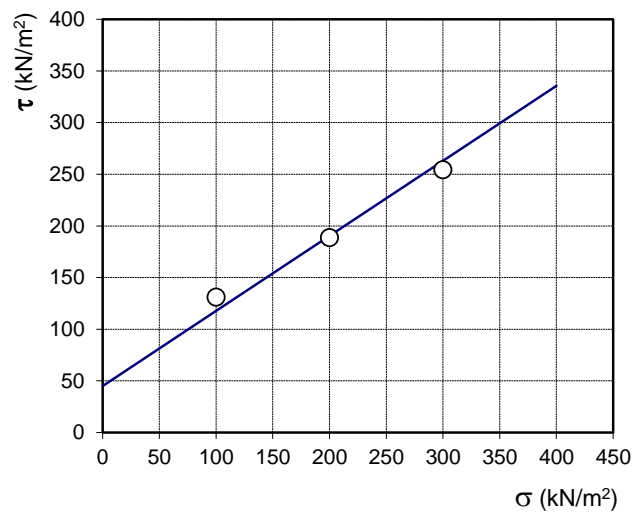

Napomena: Kontrolisana brzina deformacije

$\varphi' = 36$  (°)  
 $c' = 45$  (kPa)

Vlažnost probe:  $w = 13.38$  (%)  
Zapreminska masa:  $\rho = 2.27$  Mg/m<sup>3</sup>  
Suva zapreminska masa:  $\rho_d = 1.96$  Mg/m<sup>3</sup>

Vreme konsolidacije: 18:00:00 sati  
Brzina aparata: 0.1 (mm/min)

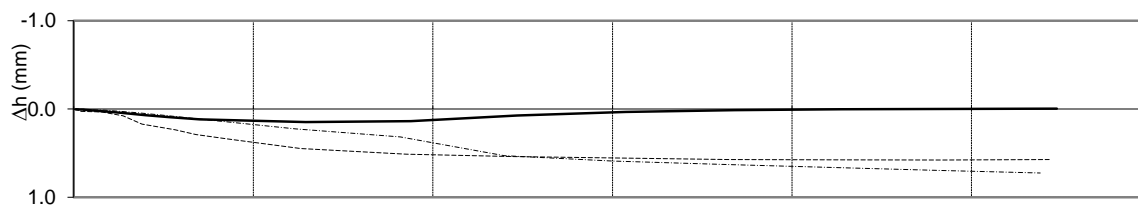
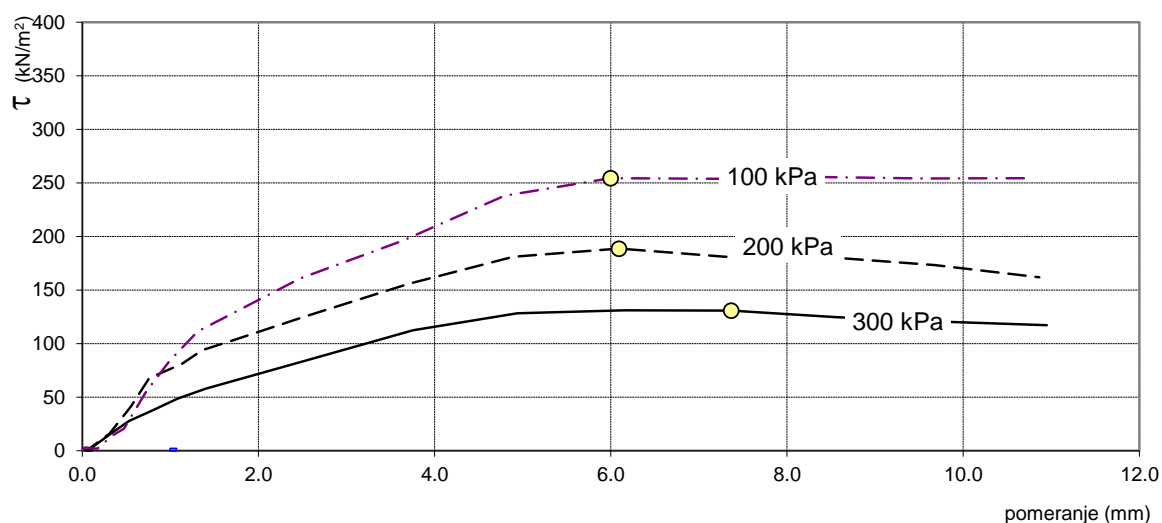
Vlažnost posle opita:  $w_{100} = 17$  (%)  
 $w_{200} = 22$  (%)  
 $w_{300} = 25$  (%)



Kriterijum loma:

$\tau$ (kN/m <sup>2</sup> )	deformacija (mm)	$\sigma$ (kN/m <sup>2</sup> )
254.452	5.998	300
188.7	6.095	200
130.936	7.366	100

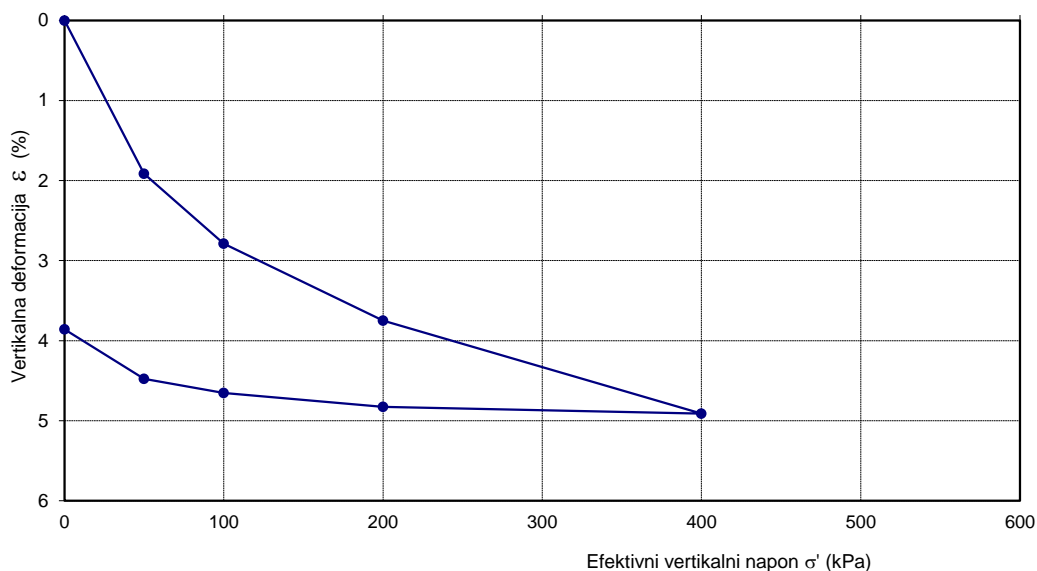
Vrsta opita: CD -





## SRPS EN ISO 17892 5:2017

LAB BROJ: 05/24

[illegible]

Visina uzorka: $H_0$	20.0	mm
Specifična : $\rho_d$	2.67	Mg/m <sup>3</sup>
Zapreminska masa u suvom stanju : $\rho_d$	19.64	Mg/m <sup>3</sup>
Zapreminska masa u vlažnom stanju : $\rho$	22.27	Mg/m <sup>3</sup>
Vlažnost uzorka: $w$	13.4	%

Pritisak bubrenja	0.00	kPa
-------------------	------	-----