10. GEOTEHNIČKI ISTRAŽNI RADOVI. GEOTEHNIČKI (GEOLOŠKI) ELABORAT

10.1. Uvod

GEOTEHNIČKIM ISTRAŽNIM RADOVIMA treba obezbediti podloge za projektovanje, izvođenje i eksploataciju građevinskih objekata. Istražni radovi se izvode po prethodno izrađenom istraživačkom projektu. Istraživanje terena se izvodi u fazama: preliminarna, detaljna i dopunska

Obim istraživanja zavisi od vrste objekta, njegovog značaja, namene,faze projektovanja, raspoloživosti predhodnim informacijama i dr. Istražni radovi se dijele, i različiti su, ako se:

- gradi na ili u tlu (podloga objekata)
- ili se tlo koristi kao građevinski materijal (nasipi, nasute brane i sl.).

Cilj istražnih radova je utvrđivanje vrsta materijala (identifikacija i klasifikacija), njihov prostorni odnos, režim podzemnih voda, utvrđivanje inženjerskih svojstava (čvrstoće, deformabilnosti, vodopropustljivosti, ugradljivosti).

Rezultati istraživanja se prikazuju **geotehničkim elaboratom.**

1. Istraživanja sa površine terena: prethodna geološko geotehnička istraživanja i geofizička istraživanja (geoelektrične metode, seizmičke metode,metode pomoću radioaktivnih izotopa

2. Dubinska istraživanja:

sondažne jame
sondažni bunari
sondažni zaseci, potkopi i galerije
sondažne bušotine (sa ručnom ili mašinskom sondažnom garniturom)

Bušenje može biti rotaciono i udarno (perkusiono).Služi za uzimanje uzoraka tla, određivanje nivoa podzemne vode, merenje pornog pritiska (piezometri), određivanje vodopropustnosti slojeva (crpljenjem, nalivanjem), merenje drugih parametara tla (presiometar, ploča).

TERENSKI OPITI (in situ opiti)

PENETRACIONO SONDIRANJE (SPT,CPT, džepni penetrometar)

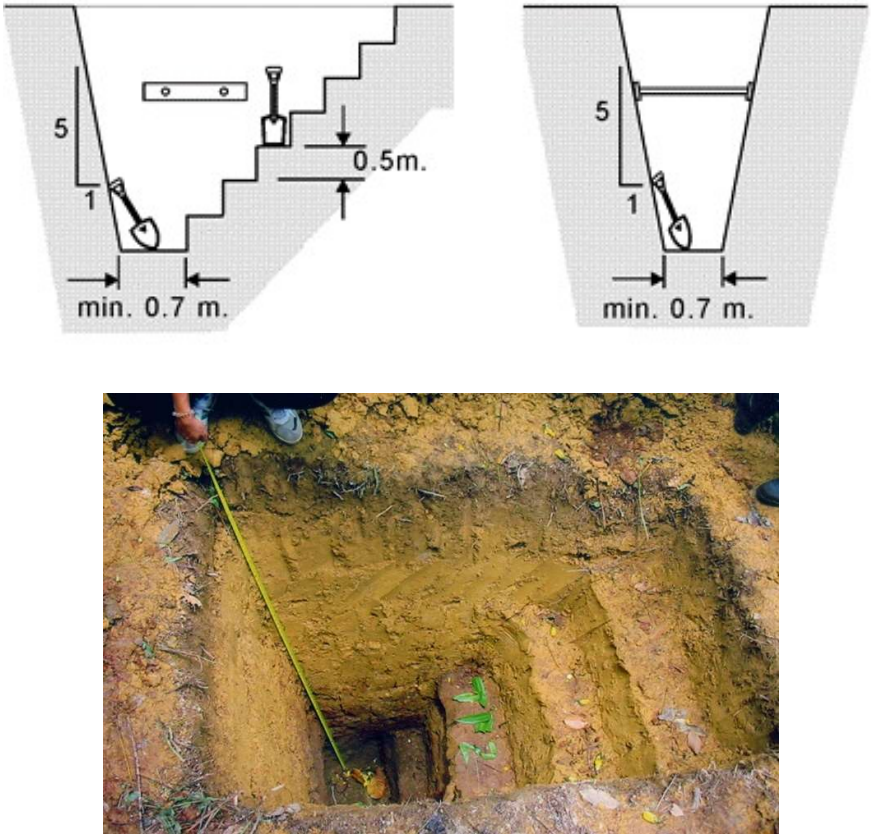
KRILNA SONDA (terenska krilna sonda, laboratorijska krilna sonda)

OSTALI TERENSKI OPITI
-probno opterećenje (temelja, šipa, opit sa pločom, terenski CBR)
-test sa pločom (ploča ma površini terena, ploča na dubini)
-presiometar (tip Menard)
-dilatometar

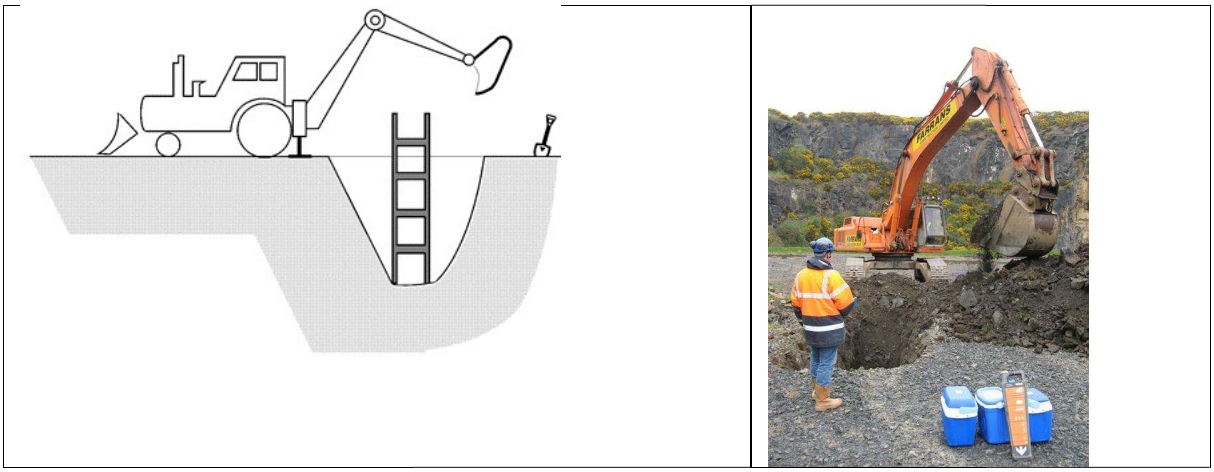
Radovi obuhvataju i uzimanje, obeležavanje, pakovanje, transport i čuvanje uzoraka.Dio geotehničkog elaborata su i grafički prikazi istražnih radova: sondažni presek bušotine, geotehnički profil, IG karta itd.

10.1.1. SONDAŽNE JAME (raskopi, *trial pit*)

Iskop sondažnih jama je jednostavan i pouzdan metod geotehničkih istraživanja ali je dubina na horizontalnom terenu ograničena na 4-5m, izuzetno do 6m. Ukoliko je teren nagnut onda jama dobija oblik zasjeka. Izvođenje temeljnih jama je može biti mašinsko ili ručno. Mašinsko je uobičajeno, ručno ako je teren nepristupačan za mašinu ili je radna snaga jeftina. Iskopani materijal treba deponovati minimum 1m od iskopa.



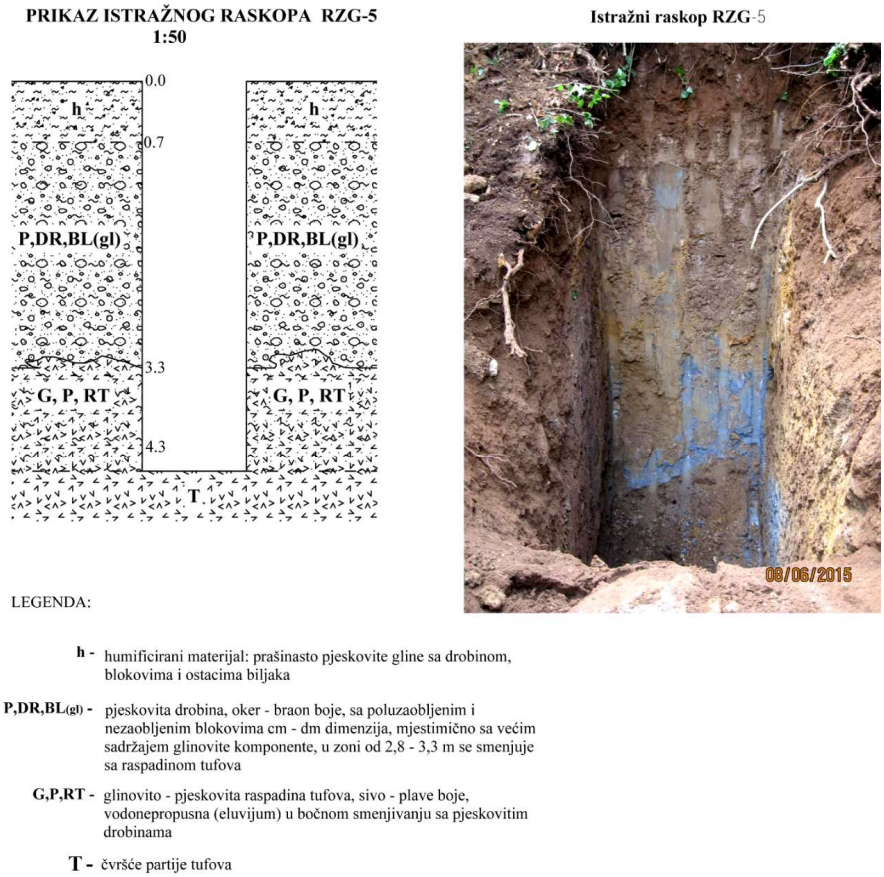
Slika 1. *Izvođenje i tipične dimenzije sondažne jame (raskopa)*



Slika 2. *Mašinski iskop sondažne jame (istražnog raskopa)*

Izvođenje temeljne jame omogućava da se tlo vizuelno pregleda i uoče granice slojeva tla (kartiranje) kao i da se uzmu neporemećeni i poremećeni uzorci tla. Mogu se ručno izdvojiti neporemećeni uzorci oblika kocke, odličnog kvaliteta kako je opisano u poglavlju 10.2. Prije nego što geolog uđe u temeljnu jamu radi kartiranja (uvrđivanje granica slojeva i tipa tla) strane iskopa jame se moraju osigurati ukoliko strane jame nijesu izvedene stepenasto ili se ocijeni da može doći do zarušavanja tla. Sondažne jame su pogodne za istraživanje skoro svih vrsta tla uključujući i ona koja sadrže oblutke i krupno kamenje. Izuzetak su gline žitke ili vrlo meke konzistencije.

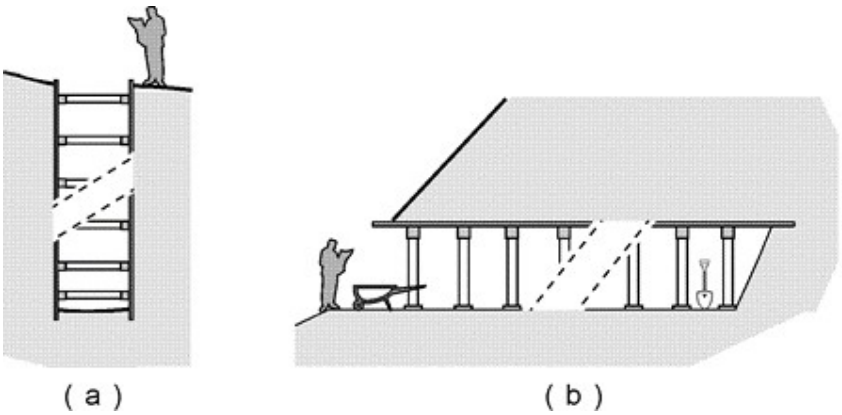
Slika 3. *Ručno uzimanje uzorka oblika kocke (block sampling) (a) iskop jame, (b) isijecanje bloka, (c) zaštita plastičnom membranom, platnom i voskom (d) uzorak u drvenoj kutiji.*



Slika 4. *Sondažna jama-istražni raskop u okviru istražnih radova vezanih za rekonstrukciju puta Lubnice-Jezerine. Fotografija i skica sa rezultatima kartiranja – granice slojeva i tip tla.*

10.1.2. SONDAŽNI BUNARI (*exploration shafts*) I GALERIJE (*exploration drifts*)

Za znatno veće dubine od onih kod sondažnih jama izvode se vertikalna okna koja se često nazivaju *bunari* ili *šahtovi*. Horizontalno okno se obično zove *galerija*.



Slika 5. *Sondažni bunari (a) i galerije (b)*

Najčešće se izvode ručno uz obavezno i sistematsko podgrađivanje. U slučaju dotoka voda mora se kao zaštitna mjera predvidjeti dreniranje. Pri izvođenju se mora voditi računa o pojavi zapaljivih ili

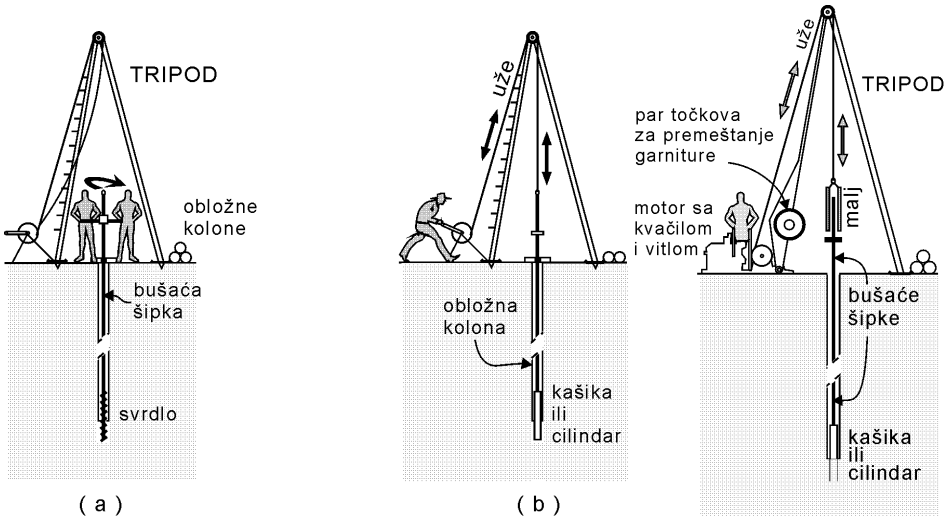
zagušljivih gasova. Ovo su skupi radovi i zahtjevaju dosta vremena pa su opravdani kod veoma velikih objekata kao što su velika klizišta i brane. Iz sondažnog bunara i galerije moguće je uzimanje svih vrsta uzoraka visokog kvaliteta kao i detaljno kartiranje granica slojeva.

10.1.3. SONDAŽNE BUŠOTINE *(boreholes*)

10.1.4. Udarno (perkusiono) i rotaciono bušenje

Kod udarnog (perkusionog) bušenja isto se izvodi slobodnim padom alata za bušenje sa visine od 1-2m. Podizanje alata se može vršiti ručno (max do dubine od 15m) ili mašinski. Garnitura za perkusiono bušenje se sastoji od tripoda (tronošca) i pogonske jedinice sa čekrkom kojim se lak čelični kabal preko koturače na vrhu tronošca povezuje sa bušaćim šipkama.

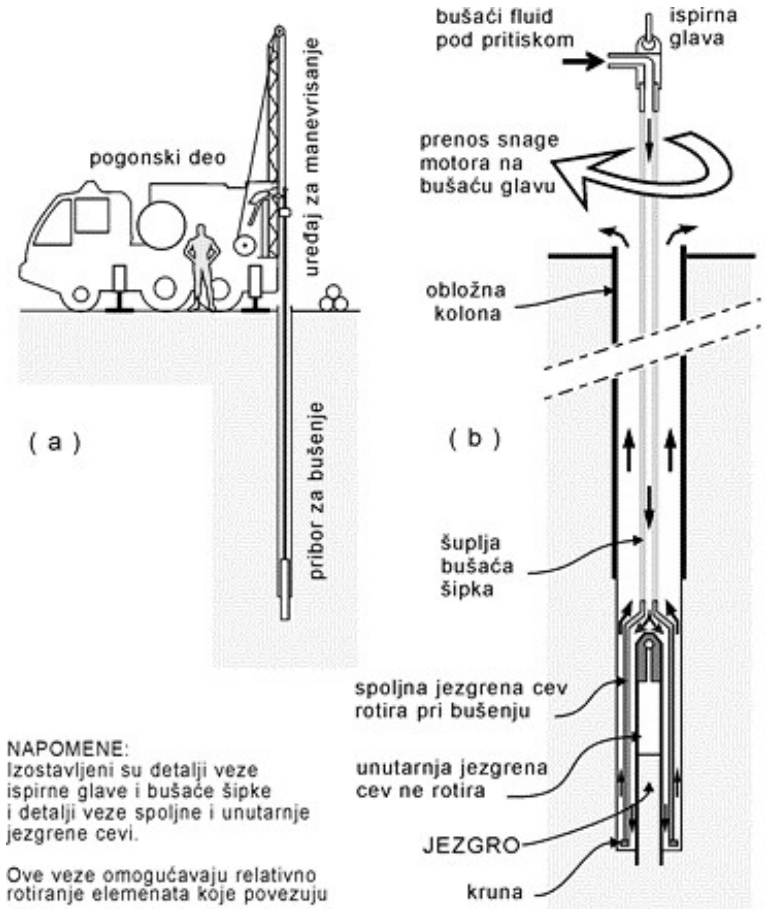
Za razliku od perkusionog bušenja, rotaciono bušenje se u tlu izvodi nanošenjem momenta torzije na bušaći pribor, ručno ili mašinski. Veliki broj tipova bušaćih garnitura se može orjentaciono svrstati u dvije grupe: garniture sa spiralnim svrdlima i metode bušenja sa jezgrovanjem. Spiralnim svrdlima se mogu vaditi samo poremećeni uzorci i bušenje je obično ograničeno na sitnozrna tla iznad nivoa podzemne vode. U nevezanom tlu se bušotina tokom napredovanja mora sukcesivno zacevljivati da ne bi došlo do njenog zarušavanja. Prečnik bušenja je između 10 i 30cm.



Slika 6. *Ručna garnitura sa tripodom –(a) rotaciono i (b) perkusiono bušenje , (c) Perkusiono mašinsko bušenje*

10.1.5. Rotaciono bušenje sa jezgrovanjem

Spoljnja jezgena cijev sa krunom (*outer core barrel*) rotira napredujući po dubini, a unutrašnja jezgrena cijev (*inner core barrel*) oslonjena preko obrtnog spoja i opreuge ne rotira, već se samo utiskuje u tlo, zahvatajući uzorak tla, jezgro (*core*). Jezgrene cijevi su preko šuplje bušaće šipke, kroz koju struji bušaći fluid, povezane sa bušaćim delom za manevrisanje. Bušaći fluid –"isplaka", struji pod pritiskom kroz bušaću šipku, zatim između spoljnje i unutrašnje jezgrene cijevi, kroz područje dejstva krune, da bi nakon toga iznosio na površinu terena erodovan materijal. Osim transporta materijala fluid hladi krunu. Bušaći fluid je najčešće voda ili glinovita (bentonitska) suspenzija jedinične težine 10.5 do 11.5 kN/m^3 a može se koristiti i komprimovani vazduh umjesto tečnosti.



Slika 7. *Šema rotacionog bušenja sa jezgrovanjem*

Iz bušotina se uzimaju "jezgra" dužine 1m i sistematski slažu u sanduk od drveta, aluminijuma ili čeličnog lima. Na granicama jezgra se stavljaju daščice, a na mjestima gdje nije uspješno izvađeno tlo ostavlja se prostor odgovarajuće dužine sa podatkom da je jezgro izgubljeno. Na sličan način se obeležе mjesta sa kojih je uzet nporemećen ili poremećen uzorak. Sanduk sa uzorcima se fotografiše.

Slika 8. *Složena jezgra iz bušotine od 9-16m (marina Porto Montenegro)*

10.1.6. Primjeri preporuka za razmake i dubinu istraž (Eurokod EN97-2, Aneks B)

Istražni radovi se rade prema prethodno revidovanom projektu istražnih radova gdje se između ostalog definiše broj i raspored bušotina i raskopa kao i dubina bušenja. Ovdje se daje izvod preporuka po Evrokod7 , EN97-2, Aneks 2.

(1) Sljedeće razmake između istražnih radova treba koristiti kao smjernice:
- za visoke i industrijske konstrukcije, mrežu tačaka na razmaku od 15 m do 40 m;
- za konstrukcije na širokom području, mrežu točaka koje nisu razmaknute više od 60 m;
- za linijske konstrukcije (ceste, pruge, kanale, cjevovode, nasipe, tunele, potporne zidove), razmak je od 20 m do 200 m;
- za posebne konstrukcije (npr. mostove, dimnjake, temelje strojeva), dva do šest istražnih radova po temelju;
- za brane i ustave, razmak od 25 m do 75 m duž odgovarajućih presjeka.

(2) Za dubinu istraživanja z_a kao smjernice treba koristiti dolje navedene vrijednosti. (Referentni nivo za z_a je najniža tačka temelja konstrukcije ili konstrukcijskog elementa, ili dno iskopa.) Ako je zadato više od jedne mogućnosti za utvrđivanje z_a, treba primijeniti onu koja daje najveću vrijednost.

NAPOMENA Za vrlo velike ili vrlo složene projekte, neki istražni radovi se obično protežu do većih dubina od onih koje su date u B.3 (5) do B.3 (13).

(3) Ako se očekuju nepovoljni geološki uslovi kao što je mekan ili stišljiv sloj ispod sloja veće nosivosti, uvijek treba odabrati veću dubinu istraživanja.

(4) Ako se konstrukcije iz B.3 (5) do B.3 (8) i B.3 (13) grade na slojevima koji zadovoljavaju u pogledu nosivosti, dubina istraživanja može se smanjiti na z_a = 2 m, osim ako su geološki uslovi nejasni, kad najmanje jedna bušotina treba da dosegne do dubine od najmanje z_a = 5 m. Ako se osnovna (čvrsta) stijena nalazi na dubini predviđene osnovice konstrukcije, tu dubinu treba uzeti kao referentnu za z_a. U suprotnom se z_a odnosi na površinu osnovne stijene.

(5) Za visoke konstrukcije ili građevinske objekte treba primijeniti veću vrijednost iz sljedeća dva uslova (vidjeti sliku B.1 a):

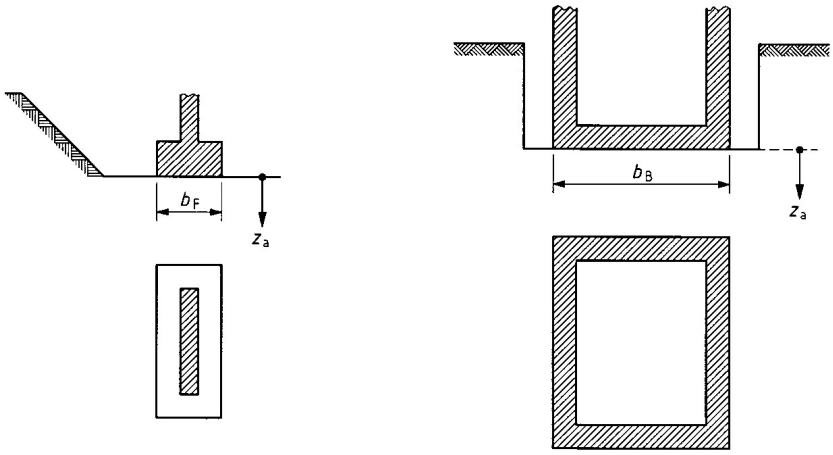
- $z_a \geq 6$ m;
- $z_a \geq 3{,}0 b_F$.

gdje je b_F dužina kraće strane temelja.

(6) Za temeljne ploče i konstrukcije s više elemenata temelja, čiji se učinci u dubljim slojevima sabiraju:

$$z_a \geq 1{,}5 b_B$$

gdje je b_B dužina kraće strane konstrukcije (vidjeti sliku B.1 b).



a) temelj b) konstrukcija

Slika B.1 – Visoke konstrukcije i projekti inženjerskih građevina

(7) Za nasipe i usjeke treba primijeniti veću vrijednost iz sljedećih uslova (vidjeti sliku B.2):

a) nasip b) usjek

Slika B.2 – Nasipi i usjeci

a) Za nasipe:

- $0{,}8h < z_a < 1{,}2h$
- $z_a \geq 6$ m

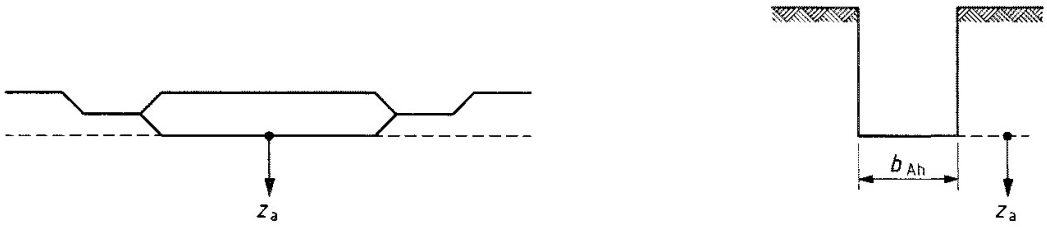
gdje je h visina nasipa.

b) Za usjeke:

- $z_a \geq 2{,}0$ m
- $z_a \geq 0{,}4h$

gdje je h visina nasipa ili dubina usjeka

Za linijske konstrukcije treba primijeniti veću vrijednost iz sljedećih uslova (vidjeti sliku B.3):



a) put b) rov

Slika B.3 – Linijske konstrukcije

a) Za puteve i aerodrome:

- $z_a \geq 2$ m ispod predviđenog nivoa gradnje

b) Za rovove i cjevovode, veća vrijednost od:

- $z_a \geq 2$ ispod dna rova;
- $z_a \geq 1{,}5 b_{Ah}$

gdje je b_{Ah} širina iskopa.

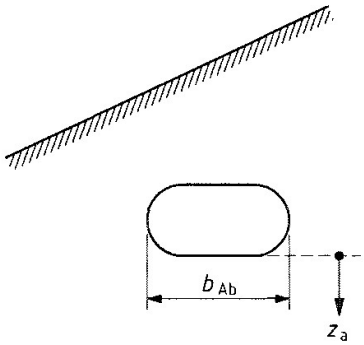
c) Ako je primjereno, treba slijediti preporuke za nasipe i usjeke.

(9) Za male tunele i kaverne (vidjeti sliku B.4):

$b_{Ab} < z_a < 2{,}0 b_{Ab}$

gdje je b_{Ab} širina iskopa.

Također treba uzeti u obzir uslove podzemne vode opisane u (10) b).



Slika B.4 – Tuneli i kaverne

(10) Iskopi (vidjeti Sliku B.5)

a) Ako su pijezometarski i slobodni nivo podzemne vode ispod dna iskopa, treba primijeniti veću vrijednost iz sljedećih uslova:

- $z_a \geq 0{,}4h$
- $z_a \geq (t + 2{,}0)$ m

gdje je

t dužina ukopanog oslonca; i

h dubina iskopa.

b) Ako su pijezometarski i slobodni nivo podzemne vode iznad dna iskopa, treba primijeniti veću vrijednost iz sljedećih uslova:

- $z_a \geq (1{,}0H + 2{,}0)$ m
- $z_a \geq (t + 2{,}0)$ m

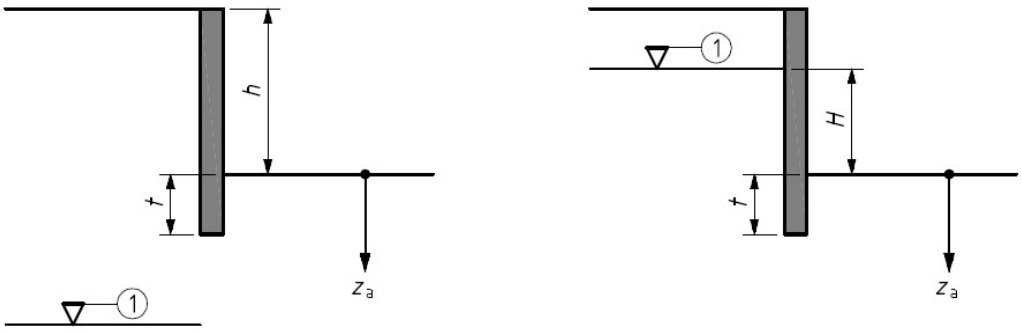
gdje je

H visina nivoa podzemne vode iznad dna iskopa;

t dužina ukopanog oslonca.

Ako se do ovih dubina ne nalazi slabo propustan sloj:

$z_a \geq t + 5$ m.



(a) (b)

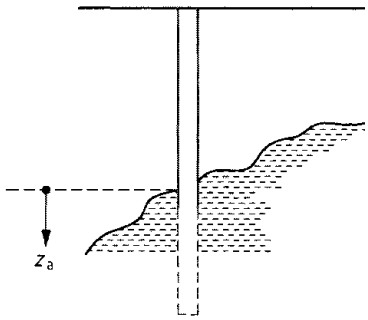
Legenda:
1 podzemna voda

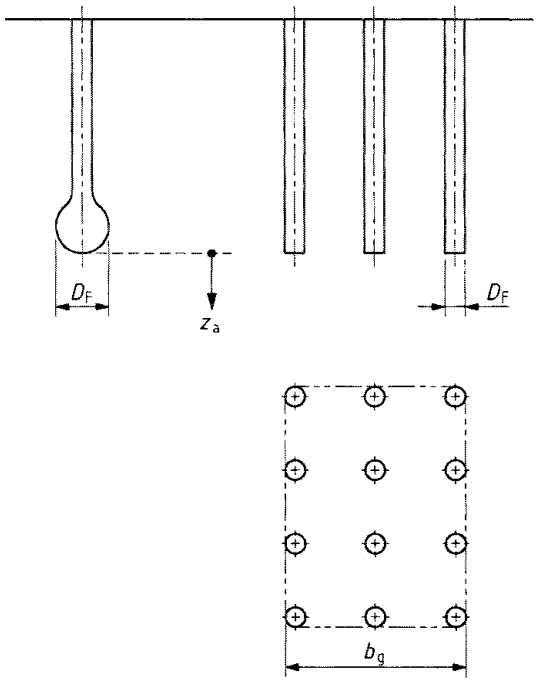
Slika B.5 – Iskopi

(11) Za brane z_a treba zadati u zavisnosti od predviđenog nivoa zahvaćene vode, hidrogeoloških uslova i metode gradnje.

(12) Za vodonepropusni zid u tlu (vidjeti sliku B.6):

- $z_a \geq 2$ m ispod površine sloja nepropusnog za podzemnu vodu.





Slika B.6 – Vodonepropusni zid u tlu

Slika B.7 – Grupe šipova

(13) Za šipove (vidjeti sliku B.7) treba ispuniti sljedeća tri uslova:

- $z_a \geq 1{,}0 b_g$
- $z_a \geq 5{,}0$ m
- $z_a \geq 3D_F$

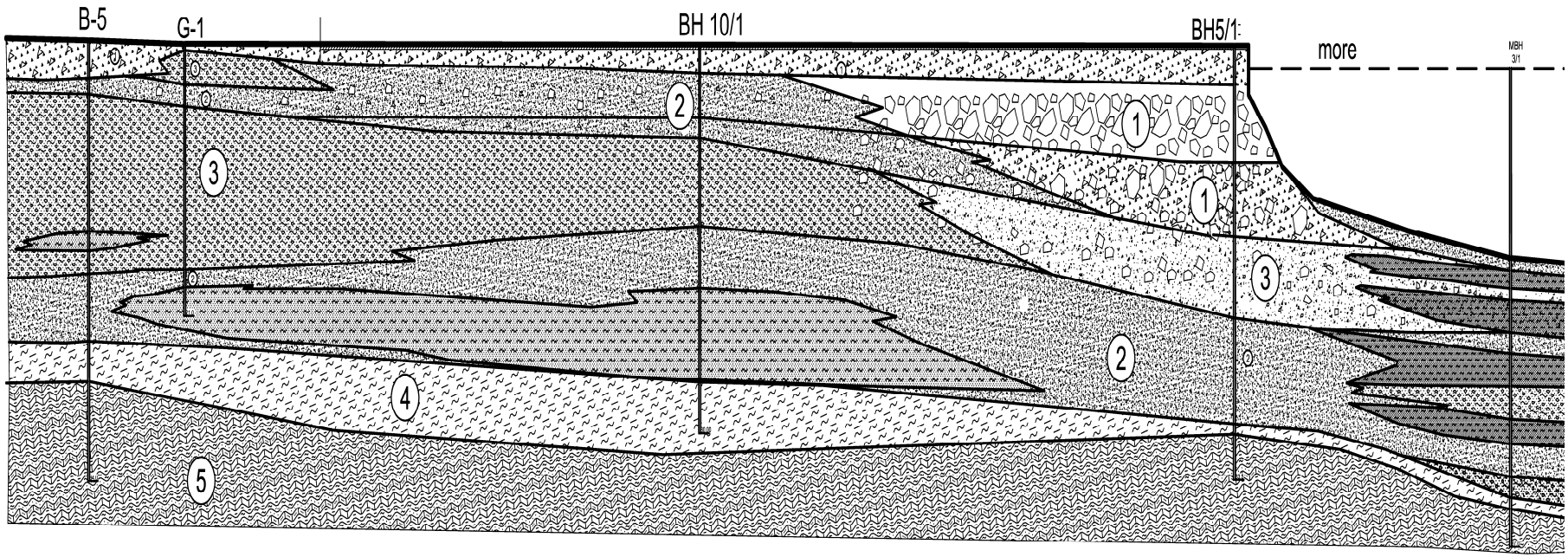
gdje je D_F prečnik baze šipa i b_g kraća strana pravougaonika koji obuhvata grupu šipova za temelj na nivou baze šipa.

10.1.7. Geotehnički elaborat

Rezultati istraživanja se prikazuju **geotehničkim elaboratom** koji predstavlja jednu od podloga za projektovanja. Između ostalog geotehnički elaborat sadrži grafički prikaza rezultata istaživanja:

- Inženersko-geološku kartu (situaciju)
- geotehnički profile tj. inženjersko-geološke profile (*geological section*)
- sondažni presjeci bušotine (*borehole log*)
- profile SPT i CPT testova
- dijagrame iz edometarskog, testa direktnog smicanja i opita triaksijalne kompresije

U nastavku su dati primjeri grafičkih prikaza iz geološkog elaborata.



. Karakteristični geotehnički profil terena marine Porto Montenegri (profil 2-2, DOK 1):

1) nasip, 2)marinski sedimenti,3) proluvijum,4) eluvijum fliša,5) fliš (stijena)

PROFIL ISTRAŽNE BUŠOTINE
BH 6/1

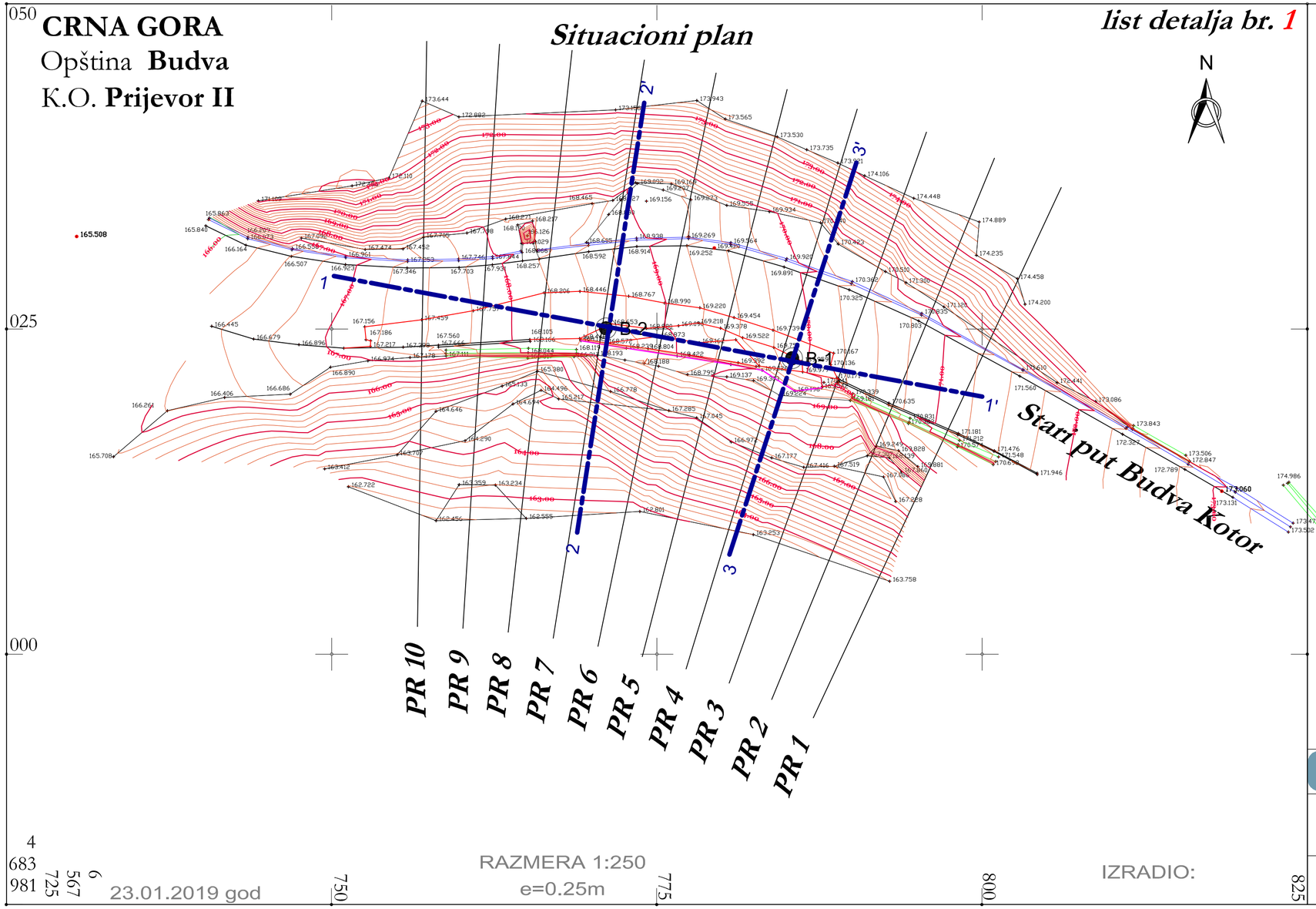
Lokacija:	koordinates	Nadmorska visina	TEHNOLOGIJA I OPREMA
PM Tivat, Istraživanja na moru	Y=6557491.27 X=4698823.43	Z=1.74	Rotaciono bušenje , LBU 50-08

Nivo	Dubina (m)	Debljina (m)	Šrafura	OPIS	Uzorci	Terenski opiti: Tip	Terenski opiti: Vrijednost	Pijezometar. konstrukcija
	2.00	2.00		Nasip, prvih 10cm beton zatim drobina, opeka, komadi itd.				
	5.00	3.00		Pijesak sa šljunkom, oštrih i poluoštrih ivica, sive boje	4.3-4.5 D 1	2.5 SPT 4.0 SPT	N=14 N=18	
	14.0	9.00		PROLUVIJUM Šljunak, pijesak sa sitnom drobinom, oštrih ivica, zaglinjen i prašinast; cigla crvene i braon boje	6.7-6.9 D 2 9.2-9.5 B 1 13.0-13.3 B 2	5.5 SPT 7.5 SPT 8.7 SPT 10.0 SPT 11.5 SPT 12.5 SPT	N=22 N=19 N=24 N=22 N=27 N=19	
	15.0	1.00		Više zaglinjeni i prašinasti pijesak sa šljunkom; sive i sivomaslinaste boje		14.0 SPT	N=23	
	16.0	1.00		Više zaglinjeni i prašinasti pijesak sa šljunkom; sive i sivomaslinaste boje	15.2-15.5 B 3	15.5 SPT	N=21	
	16.6	0.60		Muljevita srednje tvrda glina sa sitnim pijeskom; sivomaslinaste boje		16.5 SPT	N=28	
	17.5	0.90		Šljunak i pijesak sa drobinom, više zaglinjen, sive boje	17.0-17.3 U 1			
	18.0	0.50		Muljevita srednje tvrda glina sa sitnim pijeskom; sivomaslinaste boje		18.0 SPT	N=16	
	20.0	2.00		Pijesak sa šljunkom, malo prašinast		19.5 SPT	N=18	
	21.0	1.00		Muljeviti i sitnozrni pjeskovi i prašina; sive i tamno sive boje	20.1-20.4 U 2	21.0 SPT	N=26	
	22.0	1.00		Laporovita glina, srednje tvrda i plastična; tamnosive boje				
	24.0	2.00		Laporovita glina sa pijeskom i šljunkom; sivomaslinaste boje		22.5 SPT 24.0 SPT	N=20 N=27	
	25.1	1.10		Muljeviti i sitnozrni pijesak, malo prašinast, dobro konsolidovan; oker sive i sivomaslinaste boje		25.3 SPT	N=23	
	27.2	2.10		Laporovite i prašinaste gline, sive i oker sive boje, sa sitnim uklopcima laporaca	25.7-26.0 U 3	27.0 SPT	N=36	
	29.0	1.80		ELUVIJUM Flišna raspadina, laporovita glina i glinoviti lapori sa ostacima primarne teksture; sive i oker sive boje	28.0-28.3 U 4	28.5 SPT	N=48	
	30.0	1.00		FLIŠ Tektonski oštećeni flišni kompleks, laporoviti glinci i glinoviti laporci; sivomalinaste i sivoplavičaste boje				
	33.0	3.00		FLIŠ Tektonski oštećeni flišni kompleks, laporoviti glinci i glinoviti laporci; sivomalinaste i sivoplavičaste boje		30.5 SPT 32.0 SPT	52 blows for 9cm 55 blows for 7cm	

CRNA GORA
Opština **Budva**
K.O. **Prijevor II**

Situacioni plan

list detalja br. 1



LEGENDA:

1 — — — 1' Položaj geotehničkih presjeka terena

B-1 Položaj izvedenih istažnih bušotina

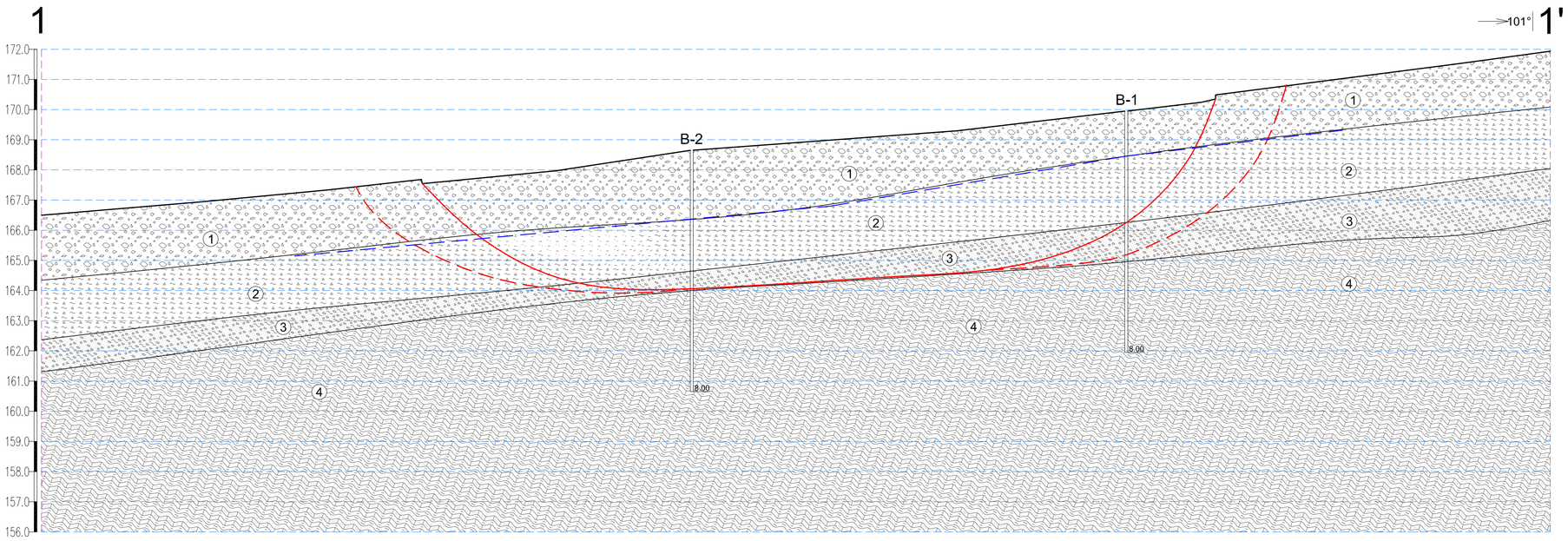
RAZMERA 1:250
e=0.25m

23.01.2019 god

IZRADIO:

MONTENEGRO GEOTEHNIKA Nikšić

ELABORAT O GEOTEHNIČKIM SVOJSTVIMA TERENA ZA POTREBE PROJEKTA SANACIJE KLIZIŠTA NA PUTU BUDVA-TOPLIŠ-KOTOR, LOKALITET PRIJEVOR, OPŠTINA BUDVA	Datum: Februar, 2019.
SITUACIJA TERENA SA IZVEDENIM ISTRAŽNIM RADOVIMA, Razmjera, 1:250	Prilog broj 3.



LEGENDA:

1. INŽENJERSKOGEOLOŠKE JEDINICE:

1	(Š,P)n	Nasip; prvih 10cm asfalt, zatim tampon puta izgrađen od sitnog šljunka i pijeska, malo prašinast i zaglinjen, vlažan.
2	(G,DR)dl	Deluvijum; sastavljen je od laporovite flišne gline sa sitnom, oštrom drobinom od krečnjaka i rožnaca, oker smeđe boje. Sredina je slabo konsolidovana i vlažna.
3	(BL,DR,G)el	Eluvijum; raspadnuti i degradirani fliš u vidu laporovite flišne gline sa ljuspastom i listastom drobinom od laporaca i glinaca i pojedinim blokovima pješčara do 10 cm, braon smeđe boje.
4	LC,GC,PŠ	Flišni kompleks; zdraviji fliš, tamno-sive boje, suv, sastavljen od degradiranih slojeva laporaca i pješčara. Komadi pješčara su do 15 cm. Slojevi su tektonski jako ubrani i uškriljeni.

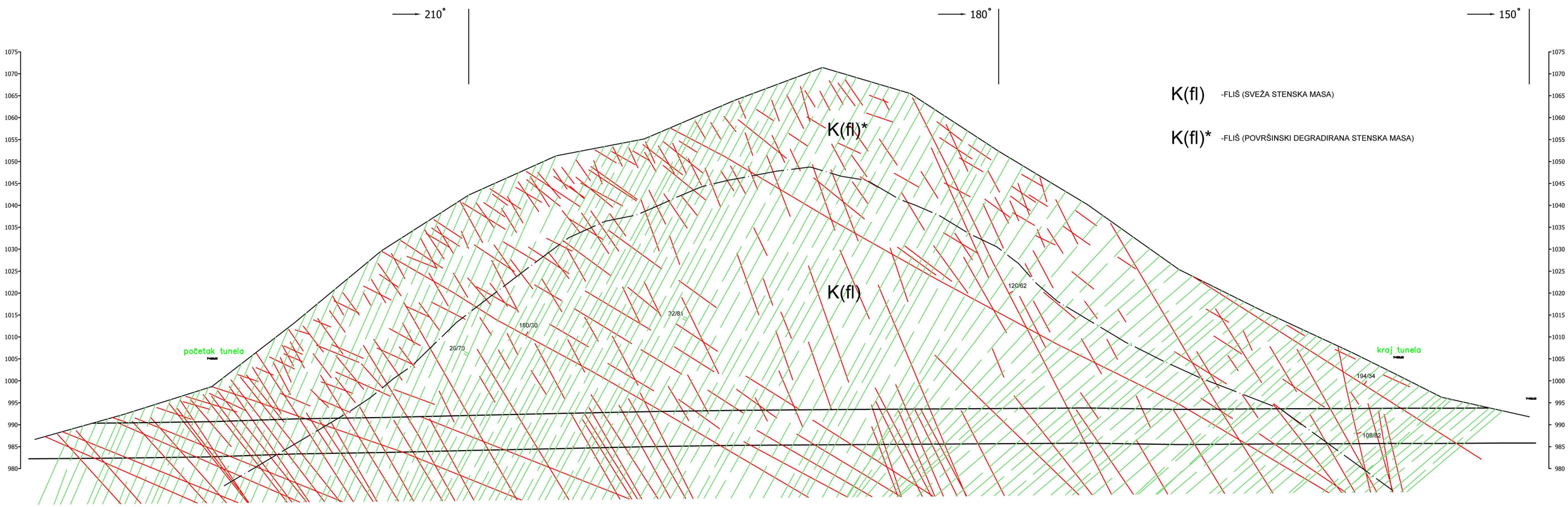
2. INŽENJERSKOGEOLOŠKE OZNAKE:

- Utvrđena i pretpostavljena granica
- Klizna ravan, aktivna i potencijalna
- Nivo cirkulacije procjednih vode
- B-1 / 8.00 — Položaj izvedene istražne bušotine

MONTENEGRO GEOTEHNIKA Nikšić

ELABORAT O GEOTEHNIČKIM SVOJSTVIMA TERENA ZA POTREBE PROJEKTA SANACIJE KLIZIŠTA NA PUTU BUDVA-TOPLIŠ-KOTOR, LOKALITET PRIJEVOR, OPŠTINA BUDVA	Datum: Februar, 2019. godine
GEOTEHNIČKI PRESJEK TERENA 1-1' Razmjera 1:100	Prilog broj 4.1

TINEL KLJUČ, MAGISTRALNI PUT M-9 KOLAŠIN-MATEŠEVO
PROGNOZNI GEOTEHNIČKI PRESEK TERENA PO OSI TUNELA



STACIONAŽA TUNELA			7+661	7+690	7+700	7+800	7+900	7+904	7+931	7+961.10
VISINA NADSLOJA (m)										
LITOLOŠKI SASTAV			Zona površinski izmenjenih alevrolita i laporaca sa tankim proslojcima krečnjaka			Alevroliti i laporci sa proslojcima krečnjaka, relativno sveža osnovna stena.		Zona površinski izmenjenih alevrolita i laporaca sa tankim proslojcima krečnjaka		
TEKSTURA			Sitnozrna			Sitnozrnasta				Sitnozrna
ISPUCALOST - RQD			50-55%			60-65%				50-55%
HIDROGEOLOŠKI USLOVI	hidrogeološka funkcija		Relativni hidrogeološki kolektor sprovodnik			Relativni hidrogeološki podinski izolatori				Relativni hidrogeološki kolektor sprovodnik
	pojave podzemnih voda		U vidu kapanja i povremenih curkova			U vidu provlažavanja i kapanja, retko procurivanja				U vidu kapanja i povremenih curkova
KVAZIHOMOGENA ZONA			1			2				1
GEOTEHNIČKA SREDINA			"B"			"A"				"B"
PROGNOZA PARAMETARA FIZIČKO-MEHANIČKIH SVOJSTAVA	γ (kN/m³)		24-25			25-26				24-25
	φ (°) ; C (MPa)		30-35; 0,15-0,25			42-46; 0,30-0,40				30-35; 0,15-0,25
	D (MPa) ; E (MPa)		300-500; 800-1.000			1.000-1.300; 1.600-2.000				300-500; 800-1.000
	ν		0,32			0,30				0,32
	σ_B (MPa)		9-12			21-25				9-12
MOGUĆE POJAVE U OTVORENOM ISKOPU	nestabilni blokovi		Moguće pojave labilnih blokova			Moguće pojave labilnih blokova				Moguće pojave labilnih blokova
	kašaste i trošne mase		Moguće pojave tanjih zaglinjenih i trošnih zona (rasednih)			Očekuju se retke pojave tanjih zaglinjenih i trošnih zona (rasednih)				Moguće pojave tanjih zaglinjenih i trošnih zona (rasednih)
	višak iskopa (%)		do 10%			do 5%				do 10%
GEOTEHNIČKE KLASIFIKACIJE STENSKIH MASA	Q		0,037 (8)			1.35 (5)				0,037 (8)
	RMR		25,8 (IV)			48,8 (III)				25,8 (IV)
	Louis		B - C			A-B				B - C
PREDLOG NAČINA GRAĐENJA – ISKOP			Miniranjem, po potrebi mašinska dorada profila			Miniranjem				Miniranjem, po potrebi mašinska dorada profila
			II faze : kalota pa oporci			u II faze : kalota pa oporci				II faze : kalota pa oporci
			1,0 - 1,5 m			2-3 m				1,0 - 1,5 m
			2 m			3 m				2 m
			8 h			1 dan				8 h
			6 m			12 m				6 m
			3 dana			7 dana				3 dana
	OČEKIVANO SUŽENJE PROFILA		do 5 cm			do 5 cm				do 5 cm
PODGRADA – kalota i oporci	prskani beton (debljina)		20 - 25 cm			15-20 cm				20 - 25 cm
	armaturna mreža		Dvostruka			Dvostruka				Dvostruka
	sidra (dužina ; rastojanje)		5 - 6 m ; 1-1,5 m			3- 4,5; 2-3 m				5 - 6 m ; 1-1,5 m
	čelični lukovi (na rastojanju)		0,75 - 1,5 m			Lokalno, u slučaju pojava širih rasednih zona, na dužini ne većoj od 10% unutar ove zone				0,75 - 1,5 m
PODGRADA – pod	tampon		Izravnavajući, po potrebi			Celom dužinom				Izravnavajući, po potrebi
	mršavi beton					Po potrebi				
	podnožni svod		Celom dužinom			Eventualno, po potrebi				Celom dužinom