

elektronski potpis projektanta	elektronski potpis revidenta
--------------------------------	------------------------------

**INVESTITOR** UPRAVA JAVNIH RADOVA CRNE GORE

**OBJEKAT** SANACIJA KLIZIŠTA „KANLI KULA“

**LOKACIJA** ŠIRI ZAHVAT KANLI KULE, HERCEG NOVI

**VRSTA TEHNIČKE  
DOKUMENTACIJE** GLAVNI PROJEKAT

**PROJEKTANT** „INTER PROJECT“ DOO PODGORICA

**ODGOVORNO  
LICE** SNEŽANA RAIČEVIĆ dipl. inž. građ.

**GLAVNI  
INŽENJER** SNEŽANA RAIČEVIĆ dipl. inž. građ.  
br. rješenja UPI 107/7-805/2

elektronski potpis projektanta	elektronski potpis revidenta

**INVESTITOR** UPRAVA JAVNIH RADOVA CRNE GORE

**OBJEKAT** SANACIJA KLIZIŠTA „KANLI KULA“

**LOKACIJA** ŠIRI ZAHVAT KANLI KULE, HERCEG NOVI

**DIO TEHNIČKE  
DOKUMENTACIJE** GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKAT

**PROJEKTANT** „INTER PROJECT“ DOO PODGORICA

**ODGOVORNO  
LICE** SNEŽANA RAIČEVIĆ dipl. inž. građ.

**ODGOVORNI  
INŽENJER** SNEŽANA RAIČEVIĆ dipl. inž. građ.  
br. rješenja UPI 107/7-805/2

**SARADNICI NA  
PROJEKTU** NIKOLA RAIČEVIĆ spec.sci.građ.

## **SADRŽAJ**

### *GRAĐEVINSKI DIO*

- 1. PREDMET I KONCEPCIJA OSMATRANJA*
- 2. PROGRAM OSMATRANJA U TOKU GRAĐENJA*
- 3. PROGRAM OSMATRANJA U TOKU EKSPLOATACIJE*

### *GEODETSKI DIO*

- 4. GEODETSKO OSMATRANJE U TOKU IZGRADNJE I EKSPLOATACIJE*

*KOORDINATNI SISTEM*

*PRECIZNOST I TEŽINE MJERENJA*

*METODE MJERENJA, INSTRUMENTI I PRIBOR*

*POUZDANOST MJERENJA I KONTROLA GRUBIH GREŠAKA*

*OSNOVNA GEODETSKA MREŽA*

*KONTROLNA GEODETSKA MREŽA*

*JEDNA KONTROLNA SERIJA MJERENJA*

*VREMENSKI PLAN OSMATRANJA*

- 5. PREDMJER I PREDRAČUN*

*PREDMJER*

*PREDRAČUN*

**GRAFIČKA DOKUMENTACIJA**

**GRAĐEVINSKI DIO**

# **GRAĐEVINSKI DIO**

## ***OSMATRANJA TLA I OBJEKATA U TOKU GRAĐENJA I EKSPLOATACIJI ZA GLAVNI PROJEKT SANACIJE KLIZIŠTA U ŠIREM ZAHVATU KANLI KULE, HERCEG NOVI***

### **TEHNIČKI IZVJEŠTAJ**

#### **1. PREDMET I KONCEPCIJA OSMATRANJA**

Predmet projekta je sanacija klizišta Kanli Kule.

Na lokalitetu Savina, Općina Herceg Novi, u širem zahvatu Kanli Kule vidljiva su oštećenja koja se mogu povezati sa klizanjem terena. Površina podloge je nagnuta prema moru pod uglom od 10 - 20°. Pokrivač preko podloge ima znatnu ali vrlo promjenljivu debljinu i u zoni Kanli Kule je u granicama od 2 – 3 m do preko 30 m. Deformacije na Kanli Kuli i bedemima su posljedica nestabilnosti terena, odnosno laganog kliženja terena na kontaktu sa raskvašenim sedimentima fliša. Na kontaktu fliša i kvartarnog depozita cirkulišu podzemne vode što ukazuje i izvor Karača. Bitno je napomenuti da oštećenja na Kanli Kuli nisu posljedica samo klizanja terena, već i neriješene odvodnje sa Kule. Također, značajnije pukotine na Kanli Kuli su nastale zbog primjene armiranobetonske konstrukcije u kontaktu sa zidanom kamenom konstrukcijom prilikom sanacije objekta koja je urađena 1985. godine.

### **KONSTRUKCIJA - TEHNIČKI OPIS**

#### ***OPIS PROJEKTOG RJEŠENJA***

Projekat sanacije klizišta u širem zahvatu Kanli Kule je podijeljen u dvije faze. Prva faza, koja je nazvana faza A, obuhvata ojačanje temelja Kanli Kule injekcionim bušotinama prečnika 133 mm na podužnom razmaku 0,6 m na dijelu Kanli Kule koji je izveden kao zidana kamena konstrukcije, te ojačanje temelja mikrošipovima prečnika 250 mm na podužnom razmaku 1,0 m na dijelu Kanli Kule koji je izveden kao armiranobetonska konstrukcija sa kamenom oblogom. Napominje se kako su pojedina oštećenja koja su vidljiva na Kanli Kuli nastala usljed konstruktivnih rješenja, te neadekvatne odvodnje sa Kanli Kule. Glavni konstruktivni problem Kanli Kule jeste kombinovanje dva konstruktivna sistema, armiranobetonskog sistema i zidanog kamenog sistema, koji imaju različite krutosti. Također, mogući uzrok pojave pukotina nakon rekonstrukcije Kanli Kule 1985. godine jeste sekundarno slijeganje frontalnog armiranobetonskog zida koji je izveden između dva postojeća kamena zidana zida, čije se slijeganje završilo

obzirom da su izvedeni dosta ranije. Treća faza, nazvana faza C, podrazumijeva ojačanje i sanaciju zidova Kanli Kule. Napominje se kako je potrebno napraviti detaljan projekat odvodnje površinskih i fekalnih voda sa Kanli Kule.

### ***PRIPREMI RADOVI I REDOSLIJED IZVOĐENJA RADOVA***

Da bi se radovi izvodili potrebnom dinamikom, a u skladu sa ovim projektom i tehničkim uslovima izvođač radova na sanaciji klizišta treba izraditi plan rada. Predmetni plan rada treba sadržati organizaciju i opremu gradilišta, dinamiku izvođenja radova, te popis mehanizacije koju će koristiti kod izvođenja sa osnovnim tehničkim karakteristikama. Plan rada daje se na uvid nadzornom inženjeru i projektantu koji mogu tražiti njegovu izmjenu ili dopunu uz odgovarajuće obrazloženje. Po odobrenju ovog plana rada od strane nadzornog inženjera i projektanta, izvođač radova može pristupiti izvođenju. Posebnu pažnju potrebno je obratiti zaštiti na radu, uz izradu Elaborata zaštite na radu. Radove mora izvoditi kvalifikovana i obučena radna snaga. Prije početka izvođenja radova izvođač je obavezan imenovati odgovornu osobu za izvođenje radova.

### ***USLOVI NA TERENU***

Da bi se upoznali uslovi na terenu, izvođač radova treba posjetiti i obići lokaciju klizišta. Pitanje pristupa lokaciji riješiće Investitor. Uređenju gradilišta, kao i kretanju po samom gradilištu treba posvetiti posebnu pažnju. Na lokaciji je prethodno svim radovima potrebno uraditi gradilišnu ogradu te izvršiti snimanje i obilježavanje svih podzemnih instalacija. Za potrebe izrade bunara, injekcionih bušotina i mikrošipova potrebno je osigurati kvalitetan radni plato, koji omogućava rad i manevar mašine za bušenje.

### ***GEODETSKI RADOVI***

Prije početka radova na stabilizaciji klizišta, karakteristične tačke elemenata stabilizacije moraju biti iskolčene položajno i visinski. Izvođač radova će izvršiti potrebna iskolčenja, biti odgovoran za mjerenja, te poduzeti potrebnu predostrožnost provjere dimenzija. Tačnost iskolčenja treba se kretati u granicama od 0.10m položajno i visinski za drenažni sistem, odnosno 0.05m za zidove, a tokom izvođenja potrebno je konstantno kontrolisati iskolčenje.

### ***ZEMLJANI RADOVI***

Sve zemljane radove treba izvoditi u skladu sa ovim projektom, HTZ mjerama za zemljane radove i uputama nadzornog organa i projektanta. Iskop se vrši prema nacrtima i opisima iz projekta do projektovane kote. Iskope treba tako uraditi da je moguće izvršiti armiranobetonske radove na temeljima. Površine iskopa moraju biti ravne bilo da se radi o horizontalnim ili vertikalnim elementima, zatim oštih ivica i sa tolerancijom tačnosti  $\pm 5$  cm. Svaki izvedeni plato mora biti urađen u nagibu od po 3% kako se na njemu ne bi skupljala podzemna ili atmosferska voda. Višak

iskopane zemlje potrebno je transportovati na deponiju koju odredi izvođač radova. Iskope je potrebno vršiti mašinskim putem vodeći računa o mjerama zaštite na gradilištu. Popravke i dorade iskopa moguće je vršiti ručno. Neophodno je na gradilištu za slučaj kišnih dana imati dovoljnu količinu geotekstila i plastične folije za zaštitu kosina iskopa.

Iskope na potrebnu dubinu treba izvoditi u nagibu definisanom grafičkim dijelom projekta.

Tokom radova na iskopima treba kontrolisati:

- da se iskopi obavljaju prema nacrtima i kotama iz projekta,
- da se za vrijeme radova na iskopu, do završetka radova osigura eventualna odvodnja

Dubine iskopa kontrolišu se geodetski, te se upisuju u građevinski dnevnik. Iskope za kontrafore treba pregledati nadzorni inženjer-geotehničar i upisom u građevinski dnevnik odobriti daljne radove.

## **INJEKCIONE BUŠOTINE**

Rad na izradi projektovanih injekcionih bušotina se odvija po sljedećim fazama:

- obilježavanje položaja injekcione bušotine; svaka bušotina mora imati svoju jedinstvenu oznaku.
- izrada bušotina
- injektiranje

Bušenje bušotina za injektiranje vrši se primjenom odgovarajuće opreme za rotaciono bušenje prečnika  $\varnothing 133$  mm i pod projektovanim uglom. Ako pri bušenju dođe do propadanja pribora za bušenje ili prodiranja vode u bušotinu istu treba zainjektirati i poslije očvršćavanja injekcione mase treba je pročititi. Tokom bušenja bušotine, obavezno se vodi zapisnik, koja treba da sadrži podatke o oznaci injekcione bušotine, vremenu i mjestu bušenja, debljine i karakteristike slojeva kroz koje je bušenje izvršeno, kao i ostvarenu dužinu i nagib bušotine. U slučaju da se uoči drugačije stanje u bušotini od projektovane, potrebno je o tome obavijestiti nadzornog inženjera.

Za injektiranje bušotine, montira se oprema za injektiranje unutar bušotine, te se injektiranje vrši u etažama dužine od po 1,0 m. Ugradnju injekcione mase treba vršiti pod pritiskom 8-10 N/mm<sup>2</sup>. Injekciona smjesa treba da ima čvrstoću na pritisak nakon 28 dana minimalno jednaku 30 N/mm<sup>2</sup>, a pored toga treba da ima i sljedeće osobine:

- dobru konzistenciju i mogućnost tečenja
- malu dekantaciju, odnosno, malo izdvajanje vode iz smjese

**Izvođač radova može da koristi vlastitu recepturu, uz uslov da priloži rezultate ispitivanja za osnovne materijale, kao i za smjesu, koje dostavlja nadzornom organu i projektantu na pregled i ocjenu prihvatljivosti.**

## **OJAČANJE NOSIVIH ZIDOVA INJEKTIRANJEM**

U smislu ojačanja nosivih zidova predlaže se i injektiranje zidova krečnom smjesom omjera 1: 4. uz korištenje prirodnog hidrauličkog kreča, i kamenog brasna veličine (0- 1) mm.

Oslabljene zone zidova te pukotine sanirat će se injektiranjem.

Faze radova na injektiranju bio bi slijedeci:

- priprema - obrada vanjskih i unutarnjih spojnica i pukotina, sanacija pukotina u zidovima
- izvedba injekcionih busotina,
- ugradnja plasticnih cjevčica.

Obrada spojnica:

Preduslov uspješnosti injektiranja je zatvaranje spojnica te pukotina malterom s eventualnim dodatkom ubrzivaca. Zatvaraju se spojnica koje su otvorene na licima zida, najprije čišćenjem raspucalih i oštećenih djelova kamena i maltera. Nakon ispuhivanja pukotina komprimiranim zrakom sve treba dobro navlažiti.

Zatvaranjem mjesta potencijalnog izbijanja injekcione smjese moguće je postizanje injekcionih pritisaka.

Ako se tijekom rada uoči da dolazi do procurijevanja mase, trebat će brzovezujucim malterom zatvoriti takva mjesta.

Bušenje za injektiranje:

Busotine za injektiranje izvodi se s vanjske strane. Promjer busenja mora biti min. 14 mm ( zbog ugradnje cjevčica ), a dubina busenja je 2/3 do 3/4 debljine zida.

Dio busotina raspoređen je duž izrazenih pukotina, a ostale su relativno pravilno raspoređene po plohi zida.

Busotine se u principu lociraju u spojnica veza kamena uz naglasak na pazljiv rad da se ne oštećuje postojeća građa zida.

Ugradnja cjevčica:

Plasticne cjevčice se ugrađuju u busotine u dubini od cca 10 cm, a usce busotine se zatvara brzovezujucim cementom. Ako raspoloživo vrijeme dozvoljava može se koristiti i obični cementni mort.

Ispiranje zida:

Ako se u toku rada pokaže potreba vrsiti će se ispiranje zida i pukotina tehničkom vodom. Ispiranje se vrsi odozgo prema dolje. U vodu za ispiranje dodaje se cca



20% preparata "Izola H" ili slicno sredstvo zbog bolje veze morta i injekcione smjese.

#### Injektiranje:

Injektiranje se vrši preko cjevčica odozdo prema gore. Kad se završi injektiranje busotina u jednom redu, prelazi se na red iznad. Busotine rasporedene duž pukotina injektiraju se istovremeno s ostalim busotinama. Injektiranje se provodi sve dok se ne zadovolji završni kriterijum.

Injektiranje se treba provoditi oprezno da se ne narusi struktura zida. Ne smije se dozvoliti naglo povećanje pritiska. Pritisak injektiranja će se tačno definirati u toku rada, ali on bi trebao biti reda veličine 1.0 bar mjeren na početku busotine.

Busotina se smatra završenom kada je utrosak smjese za injektiranje praktično jednak nuli u trajanju od 3 min pri završnom pritisku. Ukoliko se u toku rada pokazuju povremeno nedostaci datih kriterija, iste će u dogovoru s projektantom trebati odgovarajuće korigirati.

Za vrijeme trajanja radova na injektiranju potrebno je nadzirati ponašanje objekta iz slijedećih razloga:

- da ne dođe do poremećaja zida
- da ne dođe do nekontroliranog sirenja injekcionih smjesa

Ako se pojave ovakvi slučajevi treba obavezno konzultirati projektanta. Injektiranje treba obaviti postupnim povišenjem pritiska injektiranja sve do završnog pritiska. Prekid injektiranja jedne busotine dozvoljava se samo iznimno (izbijanje mase i sl.). U slučaju prekida treba busotinu isprati.

Za registraciju pritiska injektiranja treba koristiti manometre sa podjelom skale od 0.1 bara. Manometar se stavlja na crpku za injektiranje i na injekcioni vod na početku busotine.

#### Smjesa za injektiranje:

Za injektiranje zidova od karnena potrebno je primjeniti smjese - mortove, čiji će sastav omogućiti dobru suradnju s zidarskim elementima u zidu kao integralnom elementu. Osim toga, malter sa starog zida ima relativno male čvrstoće, a veliku poroznost, pa treba odgovarajuće odabrati injekcionu smjesu.

Injekciona smjesa treba imati sljedeće osobine:

- dobru obradivost,
- dobru sposobnost tecenja,
- malo otpuštanje vode,
- nikakvu ili malu razliku čvrstoće ( uzorka) na mjesalici i na izlazu injektora.

Obradivost, sposobnost tecenja i zadržavanje vode postize se izradom sastava s podobnim dodacima kojima se daju efekti traženog svojstva. S obzirom da se pri miješanju takvih smjesa mijesa više komponenata treba se držati određenog redoslijeda doziranja i miješanja.

Suhe komponente se prvo izmjesaju s manjom količinom vode (radi dobivanja mase bez grudica), a potom se dodaje preostala količina vode potrebna za radnu konzistenciju.

Sastav smjesa, postoci i omjeri miješanja dati su orijentaciono, a bit će prilagođeni prije početka rada materijalima trenutno raspoloživim na tržištu, a koji zadovoljavaju

nize navedene uslove.

Smjese su određene na način da zadovolje zahtjevima za postizanje odgovarajućih poboljšanja mehanickih i fizikalnih svojstava zida.

Smjesa za injektiranje:

- prirodno hidraulicno kreč
- kameno brasno velicine zma (0-1) mm
- omjer smjese je 1 : 4

U toku rada, a ovisno o prirnanjirna, moguće su manje korekcije o čemu će odluku donijeti voditelj tehnickog nadzora ili projektant.

Kontrola:

Kontrole - ispitivanja materijala treba vrsiti ovlastena organizacija i to - prije početka rada. Ako se koriste aditivi isti trebaju imati atest proizvodaca, te ih treba provjeriti u kontrolnoj smjesi. Sve sastojke smjese treba ispitati u skladu s odredbama Pravilnika. Kod agregata treba ispitati sadržaj organskih supstanci i granulometrijski sastav. Kontrola materijala provodi se u skladu s odredbama odgovarajućih standarda.

Uzorci smjese uzimaju se iz svake posiljke. Obilježavanje i spremanje uzoraka vrsi se uz prisustvo nadzornog inženjera investitora.

Oprema:

Izvođač radova treba osigurati dovoljan broj ispravnih strojeva za busenje (ovisno o dinamicnom planu izvođenja). Pribor za busenje treba biti odgovarajući predmetnoj problematici i standardan.

Radna skela treba u svemu zadovoljiti potrebe izvođenja a posebno sigurnosti na radu. Skela koja će se upotrijebiti za sanaciju injektiranjem, koristit će se i za ostale radove, pa je kao takvu treba i obračunati.

Izvođač je dužan na gradilištu instalirati injektore s kojima će moći udovoljiti kriterijima predviđenih smjesa, radnih i završnih pritisaka, te količina predviđenih za ugradnju.

Strojevi za pripremu smjese za injektiranje moraju omogućiti dobijanje odgovarajućih smjesa kontinuiranu primjenu prema zahtjevima projekta.

Mjerni uredaji (manometri) moraju biti ispravni i bazdareni.

Sva mehanizacija i oprema, kao i sve instalacije s kojima će izvodac obavljati radove

mora odgovarati zahtjevima zaštite na radu ( HTZ ).

## **PROGRAM OSMATRANJA U TOKU GRAĐENJA**

Osnovu za definisanje načina osmatranja konstrukcije u toku građenja predstavlja primjenjena tehnologija izgradnje, usvojeni tip potporne konstrukcije i procjene o stabilnosti u toku izgradnje koje proističu iz geološkog elaborata. Na osnovu prethodnih osnova definisani su sljedeći postupci osmatranja objekta u toku građenja: vizuelni pregled sa fotografisanjem, geološko kartiranje i mjerenje pomjeranja konstrukcije.

### **2.1 Vizuelni pregled i fotografisanje**

O vizuelnom pregledu potporne konstrukcije u toku izvođenja radova se pravi pisani izvještaj u kom treba da budu upisana sva relevantna zapažanja, a posebno: pojava površinske i podzemne vode i pojava deformacija i slojevitosti u tlu, eventualni odroni i zarušavanja iskopa. Fotografiska dokumentacija treba da bude praćena skicama sa upisanim položajem fotografskog aparata, kako bi se fotografije snimane u kasnijim fazama mogle međusobno upoređivati.

#### **Program mjerenja**

Vizuelni pregled se obavlja svakodnevno u toku izvođenja radova.

#### **Mjere i postupci uslovljeni vizuelnim osmatranjem**

Ukoliko se u toku građenja uoče pojava površinske i podzemne vode ili eventualna oštećenja na pomenutom objektu treba preduzeti adekvatne mjere: korekcije u tehnologiji izvođenja, kanalisanje odvođenja površinske vode i sl.

## **2.2 Geološko kartiranje**

U toku izvođenja radova na iskopu neophodno je izvršiti geološko kartiranje. Izvještaj o kartiranju treba da sadrži inženjersko geološke podužne i poprečne profile sa svim relevantnim podacima o tlu u kojem se gradi. Posebnu pažnju obratiti na dubine pojedinih slojeva, pojavu podzemne vode i sloj u kojem se vrši fundiranje potporne konstrukcije.

## **2.3 Mjerenje pomjeranja konstrukcije**

Predmet mjerenja su pomjeranja novoprojektovane konstrukcije nadstrešnice. Praćenje pomjeranja navedenog objekta vrši se postavljanjem čeličnih repera - po 2 komada u paru, na mjernim profilima (na vrhu i pri dnu objekta kako je naznačeno u ovom elaboratu). Reperi u svakom mjernom profilu se postavljaju na vrhu i pri dnu vidljivog dijela prednje ivice objekta, kao i pri vrhu i dnu stuba nadstrešnice, kao i na krajevima rasponske konstrukcije na vidnom mjestu u odnosu na mrežu sa koje se osmatra.

Granična deformacija konstrukcije koja je dopuštena zavisi od visine konstrukcije. Kada je u pitanju translatorno pomjeranje potporne konstrukcije ona iznosi  $\max \Delta x = 0.01 \times H$ , a kada se radi o rotaciji oko baze  $\max \Delta \delta = 0.003 \times H$  (H-ukupna visina potporne konstrukcije- od dna do vrha potpornog zida), za mjerenje pomjeranja sredine rasponske konstrukcije  $\max \Delta \delta = 0.002 \times L$ .

### **Program mjerenja**

Početno mjerenje (nulto mjerenje) se obavlja nakon završetka radova na betoniranju temelja oporaca, a prvo sljedeće po skidanju skele. Ukoliko su maksimalna pomjeranja manja od 50% od dozvoljenih, za vrijeme izvođenja radova mjerenja se organizuju jedan put mjesečno. U slučaju da su mjerena pomjeranja dostigla 50 % od maksimalnih pomjeranja potrebno je o tome obavijestiti nadležna lica na gradilištu, Investitora i organizovati mjerenje pomjeranja na svakih 15 dana.

### **Mjere i postupci uslovljeni mjerenjem pomjeranja konstrukcije**

U slučaju pojave prekomjernih pomjeranja i prslina u konstrukciji provjeriti ulazne mehaničke parametre geotehničke sredine koji su korišćeni u statičkoj analizi i po potrebi izvršiti korekcije dimenzija i/ili armature konstrukcije, dimenzije čeličnih elemenata i/ili dubine fundiranja.

## **3. PROGRAM OSMATRANJA U TOKU EKSPLOATACIJE**

Definisani su sljedeći postupci osmatranja u toku eksploatacije: vizuelni pregled sa fotografisanjem i mjerenje pomjeranja karakterističnih tačaka na potpornoj konstrukciji.

### **3.1 Vizuelni pregled i fotografisanje**

O vizuelnom pregledu se sačinjava pisani izvještaj u kojem se unose sva relevantna zapažanja kao što su: pojava podzemne i/ili površinske vode, eventualna oštećenja na konstrukciji i kolovozu, kao i vidljivi ugibi i deformacije.

#### **Program mjerenja**

Vizuelni pregled se obavlja jednom mjesečno u prvih šest mjeseci nakon puštanja u saobraćaj, a u narednom periodu svakih pola godine.

#### **Mjere i postupci uslovljeni vizuelnim osmatranjem**

U slučaju uočavanja nestabilosti, oštećenja ili defomacija većeg obima na konstrukciji o tome se obavještava odgovorno lice Investitora. Nakon detaljnog sagledavanja nivoa oštećenja i pomjeranja definiše se program osmatranja lokalne dionice puta na kojoj su uočena oštećenja ili pomjeranja. Vremenski interval mjerenja i način mjerenja i osmatranja se definiše posebnim elaboratom. Kao nulto mjerenje za ocjenu nastalih pomjernja se koristi geodetski snimak izvedenog stanja objekta i izvedenog stanja osovine puta.

U slučaju da su pojave takve da mogu ugroziti bezbjednost saobraćaja ili živote ljudi na putu o tome je neophodno obavjestiti Investitora i nadležne državne organe i preduzeti adekvatne mjere u cilju obezbjeđenja ljudi i materijalnih dobara.

### **3.2 Mjerenje pomjeranja konstrukcije**

Mjerenje pomjeranja potporne konstrukcije u toku eksploatacije se vrši na istim mjernim profilima koji su definisani u toku građenja. Važe iste granične vrijednosti pomjeranja kao što je dato za osmatranje u toku izvođenja radova.

#### **Program mjerenja**

Nulto mjerenje se vrši na reperima koji su postavljeni u toku izvođenja radova, a obavlja se nakon završetka svih radova na izgradnji predmetnog objekta. Kontrolno mjerenje se obavlja tri mjeseca nakon završetka radova, a u kasnijem periodu jednom godišnje.

### **Mjere i postupci uslovljeni rezultatima mjerenja pomjeranja**

U slučaju da su pojave nestabilnosti, oštećenja, defomacije klizanja ili rotacije takve da mogu ugroziti bezbjednost saobraćaja i živote ljudi o tome je neophodno obavjestiti Investitora i nadležne državne ograde i preduzeti adekvatne mjere u cilju obezbjeđenja ljudi i materijalnih dobara. Deformacije potporne konstrukcije koje su veće 50% od graničnih defomacija smatraju se kritičnim za stabilnost konstrukcija, pa treba preduzeti mjere sanacije i rekonstrukcije.

Podgorica,  
Jul 2022. god.

Sastavila:

Snežana Raičević, dipl.inž.građ.

---

**GEODETSKI DIO**

# **GEODETSKI DIO PROJEKTA OSMATRANJA TLA I OBJEKATA U TOKU GRAĐENJA I EKSPLOATACIJE**

## **1. UVOD**

Glavni projekat osmatranja tla i objekata u toku izgradnje i eksploatacije kao dio GLAVNOG PROJEKTA SANACIJE KLIZIŠTA „KANLI KULA“.

Cilj ovog Projekta je da odredi način stabilizacije i položaj tačaka osnovne i kontrolne mreže objekta, instrumente i pribor za geodetska mjerenja kao i način prezentacije dobijenih rezultata iz više vremenskih serija mjerenja (nulta i kontrolna serija mjerenja) i drugo.

## **2. GEODETSKO OSMATRANJE OBJEKTA U TOKU IZGRADNJE I EKSPLOATACIJE**

### **KOORDINATNI SISTEM**

Za koordinatni sistem u kojem će se izvoditi sva računanja usvaja se državni koordinatni sistem (YX) i sistem visina (H). Pošto je na terenu stabilizovan operativni poligon koji je korišten pri izradi geodetske podloge, određivanje koordinata i kota tačaka osnovne i kontrolne mreže potrebno je izvršiti u sistemu tog poligona. Ukoliko je moguće i te tačke treba uključiti u plan opažanja.

### **PRECIZNOST I TEŽINE MJERENJA**

Za standardne greške, kao mjere preciznosti mjerenja, usvojene su vrijednosti koje se u realnim uslovima mogu ostvariti, a to su:

- standard mjerenja pravca:  
 $\sigma_{\text{mjerenja pravca}} = \sigma_{Mp} = 2'';$
- standardna greška centrisanja instrumenta i prizmi:  
 $\sigma_c = \sigma_i = 1 \text{ mm};$
- Standardna greška mjerenja dužine elektrooptičkim daljinomjerom:  
 $\sigma_D = 1.5 \text{ mm};$

Za apriornu vrijednost srednje kvadratne greške jedinice težine, za oba dijela kontrolne mreže, (Y,X) i (H), usvaja se vrijednost:

$$\sigma_0^2 = \sigma_{\text{apriori}}^2 = 2^2 = 4 ;$$

pa se težine mjerenja računaju po formulama:

$$\begin{aligned} \text{- za pravce:} \quad P_p &= \frac{\sigma_0^2}{\sigma_p^2} \quad [m^{-2}]; \\ \text{- za dužine:} \quad P_D &= \frac{\sigma_0^2}{\sigma_d^2} \quad [mm^{-2}]; \end{aligned}$$

Visinske razlike u geodetskoj mreži mjere se metodom trigonometrijskog nivelmana.



Za trigonometrijski nivelman:

- standardne greške mjerenja visinske razlike:

$$\sigma_{hst} = \sigma_h = 1,5 \text{ mm} ;$$

- težine mjerenja visinskih razlika jednake bez obzira na dužinu vizure:

$$P_h = 1 ;$$

### **TAČNOST I METODE MJERENJA, INSTRUMENTI I PRIBOR**

Pošto su predmet mjerenja uglovi, dužine i visinske razlike biće pojedinačno predstavljeni metoda mjerenja, instrumenti, pribor i tačnost mjerenja sve navedene veličine.

#### **Mjerenje horizontalnih uglova:**

Metoda mjerenja	- girusna metoda,
Broj girusa	- 2,
Uslovi pri mjerenju	- period mirnih likova
Instrumenti	- elektronski sa tačnošću mjerenja ugla $m\alpha \leq 2''$
Prizme	- mini prizme,
Centrisanje	- pomoću laserskog viska u nultoj seriji osnovne mreže, Horizintisanje instrumenta u kontrolnim serijama mjerenja
Signalisanje	- prisilino na nosaču prizme za kontrolnu mrežu, mini prizma ( $l=0.10m$ ) na bolcnama osnovne mreže.

#### **Mjerenje dužina:**

Metoda mjerenja	- u dva položaja durbina i dva girusa,
Instrumenti	- elektronski sa tačnošću mjerenja dužina $md \leq 2mm + 2ppm$ , i sa mogućnošću mjerenja dužina bez przme
Prizme	- kao kod horizontalnih uglova,
Popravke mjerenja	- automatske popravke koje se postižu unošenjem vrijednosti u instrument i to za: parametre atmosfere (temperatura, pritisak), redukciju na horizont srednje kote objekta, adicijonu i multiplikacionu konstantu daljinomjera,
Centrisanje i signalisanje	kao kod horizontalnih uglova.

#### **Mjerenje visinskih razlika:**

Metoda mjerenja	- trigonometrijski nivelman u dva položaja durbina i dva girusa
Instrumenti	- elektronski
Popravke mjerenja	- automatski unošenjem visine istrumenta i signala i popravke kao kod mjerenja dužina,
Centrisanje, signalisanje i izbor prizmi	kao kod horizontalnih uglova i dužina.

### **POUZDANOST MJERENJA I DOZVOLJENA ODSUPANJA**

Pouzdanost mjerenja uglova ostvaruje se mjerenjem uglova u dva girusa. Razlika uglova između dva girusa na smije preći dozvoljena odstupanja. U suprotnom mjerenja se moraju ponoviti. Pouzdanost mjerenja dužina u osnovnoj mreži ostvaruje se mjerenjem dužina obostrano. Grube greške se kontrolišu na osnovu razlike dužine mjerene u jednom i u drugom smjeru.

Visinske razlike se određuju trigonometrijskim nivelmanom. Pouzdanost mjerenja visinskih trigonometrijskim nivelmanom obezbjeđuje se dvostrukim mjerenjem ili mjerenjem visinske razlike ka kontrolnoj tački sa najmanje dvije tačke osnovne mreže.

Vrijednosti dozvoljenih odstupanja:

- **za uglove:**  
razlike između dva girusa **8" ;**
- **za dužine:**  
razlika između mjerenja naprijed – nazad **2 mm ;**
- **za visinske razlike određene trigonometrijskim nivelmanom:**  
razlika između mjerenja naprijed - nazad **3 mm ;**

### **OSNOVNA I KONTROLNA GEODETSKA MREŽA**

Da bi se postigla projektovana tačnost mjerenja horizontalnog i vertikalnog pomjeranja karakterističnih tačaka neophodno je obezbijediti da se sva geodetska mjerenja prema tačkama kontrolne mreže vrše sa Slobodne Stanice koja je privremenog karaktera i koja se ne stabilizuje na terenu. Položaj instrumenta se određuje presjecanjem najmanje dva pravca i dvije dužine ka tačkama Osnovne geodetske mreže koje se nalaze na stabilnom tlu.

Tačke osnovne mreže sa stabilizuju pomoću betonskih stubova dimenzija 10x10x60cm sa bolcnom u sredini ili pomoću metalnih bolcni. Tačke se stabilizuju u zemlji ili u betonu na geološki stabilnom terenu. Pri izboru lokacije na terenu za postavljanje tačke treba voditi računa da se ostvari međusobno dogledanje tačaka. Izgled tačaka osnovne mreže dat je u grafičkom **Prilogu 1.**

Skice rasporeda tačaka Osnovne geodetske mreže sa približnim položajem mjernih (kontrolnih) profila i načinom stabilizacije tačaka kontrolne mreže date su u grafičkom **Prilogu br. 3 .**

Predmet osmatranja su novoprojektovani potporni i obložni zidovi.

Ovaj projekat obuhvata osmatranje novoprojektovanih potpornih zidova. Kod rekognosciranja tačaka osnovne mreže potrebno je voditi računa da raspored tačaka ima što pravilniji oblik i da mreža ima što bolju geometriju. Praćenje pomjeranja navedene konstrukcije vrši se postavljanjem čeličnih repera – od 1 do 2 komada po zidu na mjernim profilima. Reperi u mjernom profilu postavljaju pri vrhu i/ili pri dnu vidljivog dijela novoprojektovanog potpornog zida.

Kada je u pitanju translatorno pomjeranje konstrukcije i rotacije oko baza granične vrijednosti su definisane u projektu konstrukcija.

Raspored tačaka na mjernim profilima dat je u **Prilogu broj 4.** Približan položaj mjernih profila određuje konstruktivac. Položaj mjerenih profila **osnovne mreže dat je u Prilogu broj 3.**

Ukupan broj tačaka kontrolne mreže na stubovima je **14.** **Ukoliko postoje smetnje za ugradnju repera datih u Prilogu, odabir zamjenskih definisati u saradnji izvođača i nadzora, vodeći računa da odabrani reperi ne utiču na tačnost i kvalitet mjerenja.**

#### **Nulta serija mjerenja osnovne geodetske mreže**

U nultoj seriji mjerenja osnovne geodetske mreže primjenjuju se metode mjerenja, instrumenti i pribor koji su predhodno opisani. Mjere se svi pravci, dužine i visinske razlike. Tačke osnovne mreže se stabilizuju na način opisan u **Prilogu broj 1.**

Osnovna geodetska mreža u nultoj seriji mjerenja se izravnavava kao **slobodna mreža** po modelu **posrednog izravnjanja.** Izravnjanje se vrši posebno za položajni (Y,X) sistem i visinski (H) sistem.

**Sistematske greške** u mjerenjima treba svesti na minimum.

**Preciznost osnovne mreže** treba izraziti elementima standardnih elipsi grešaka i standardnim ili srednjim greškama iz izravnjanja slobodne mreže.

U visinskom smislu osnovnu mrežu treba izravnati kao slobodnu mrežu. Sva mjerenja treba vršiti u odnosu na jednu tačku osnovne mreže čije su koordinate određene sa najmanje 2 tačke operativnog poligona.

**Kontrolna geodetska mreža** treba da omogući da se na jednostavan i efikasan način može odrediti položaj kontrolnih tačaka, mjereći horizontalne i vertikalne uglove sa tzv. Slobodne Stanice. Tačke kontrolne mreže na stubu se stabilizuju preko nosača prizme napravljenog od nerđajućeg čelika, čiji izgled je dat u grafičkom **Prilogu br. 2**. Položaj tačaka kontrolne mreže dat je u grafičkim prilogima koji čine sastavni dio projekta osmatranja.

### ***Određivanje koordinata tačaka kontrolne geodetske mreže***

Koordinate (Y,X) i kote (H) tačaka kontrolne geodetske mreže određuju se mjerenjem dužina, uglova i visinskih razlika sa takozvanih Slobodnih Stanica. Mjesto Slobodne Stanice se bira tako da se ostvari dogledanje sa najmanje dvije tačke osnovne mreže pri čemu treba voditi računa o povoljnom uglu presjeka pravaca. Svaku tačku kontrolne mreže treba opažati sa najmanje dvije Slobodne stanice.

Tačnost koordinata treba izraziti standardnim ili srednjim greškama iz izravnjanja.

### **KONTROLNE SERIJE MJERENJA**

Kontrolne serije mjerenja potrebno je izvršiti na isti način kao i Nultu seriju seriju mjerenja.

Prije početka mjerenja u kontrolnoj seriji mjerenja neophodno je iskontrolisati položaj tačaka osnovne mreže tako što će se opažati dužine u osnovnoj mreži. Ukoliko se pojave razlike dužina veće od 3 mm neophodno je mrežu ponovo opažati i izravnati kao slobodnu po metodi posrednog izravnjanja. Ortogonalnom Helmertovom transformacijom koordinata treba utvrditi koje su tačke osnovne mreže stabilne i izvršiti izravnjanje osnovne mreže po metodi posrednog izravnjanja sa minimalizacijom traga na stabilne tačke. Novoodređene koordinate iz izravnjanja potrebno je uzeti kao „nulte“ u sledećim kontrolnim serijama mjerenja.

Ukoliko nema razlika između mjerenih i izravnatih dužina između tačaka osnovne mreže koordinate tačaka osnovne mreže iz nulte serije u izravnjanje ulaze kao date.

Koordinate i kote dobijene u kontrolnoj seriji mjerenja upoređuju se sa koordinatama i kotama iz nulte serije i prethodne serije mjerenja.

$$\begin{array}{lll} \Delta Y = Y_i - Y_o & \Delta X = X_i - X_o & \Delta H = H_i - H_o - \text{kontrolna i nulta serija} \\ \Delta Y = Y_i - Y_{i-1} & \Delta X = X_i - X_{i-1} & \Delta H = H_i - H_{i-1} - \text{kontrolna i predhodna kontrolna serija} \end{array}$$

Razlike koordinata koje se dobiju na ovaj način potrebno je predstaviti tabelarno i grafički.

Uticao slučajnih grešaka se dobija kao dvostruka srednja greška funkcije razlike koordinata:

$$\begin{aligned} \Delta_{Y_o} &= \pm 2 \cdot m_{\Delta Y_o} = \pm 2 \cdot \sqrt{m_{Y_i}^2 + m_{Y_o}^2} \text{ odnosno } \Delta_Y = \pm 2 \cdot m_{\Delta Y} = \pm 2 \cdot \sqrt{m_{Y_i}^2 + m_{Y_{i-1}}^2} \\ \Delta_{X_o} &= \pm 2 \cdot m_{\Delta X_o} = \pm 2 \cdot \sqrt{m_{X_i}^2 + m_{X_o}^2} \text{ odnosno } \Delta_X = \pm 2 \cdot m_{\Delta X} = \pm 2 \cdot \sqrt{m_{X_i}^2 + m_{X_{i-1}}^2} \\ \Delta_{H_o} &= \pm 2 \cdot m_{\Delta H_o} = \pm 2 \cdot \sqrt{m_{H_i}^2 + m_{H_o}^2} \text{ odnosno } \Delta_H = \pm 2 \cdot m_{\Delta H} = \pm 2 \cdot \sqrt{m_{H_i}^2 + m_{H_{i-1}}^2} \end{aligned}$$

Kako je srednja greška koordinata po predloženoj metodi  $m_y = m_x = 2\text{mm}$  onda je  $\Delta = \pm 5.6\text{mm}$ .

Srednja greška za visine tačaka za predloženi pribor i metodu iznosi  $m_h = 0.5\text{mm}$  pa je  $\Delta = \pm 1.41\text{mm}$ .

Sve razlike koordinata veće od  $\Delta$  će se smatrati pomjeranjima tačaka kontrolne mreže, a manja pomjeranja će se smatrati greškama mjerenja.

Kontrola pomjeranja se može izvršiti prema vrijednosti prostornog vektora pomjeranja:

$$V_p = \sqrt{\Delta X_o^2 + \Delta Y_o^2 + \Delta Z_o^2}$$

koji se upoređuje sa dozvoljenom vrijednosti vektora pomjeranja koji se računa kao dvostruka srednja greška po formuli:

$$V_{PD} = 2 * \sqrt{m_{Xi}^2 + m_{Yi}^2 + m_{Zi}^2 + m_{Xo}^2 + m_{Yo}^2 + m_{Zo}^2}$$

Ukoliko je vrijednost prostornog vektora pomjeranja veća od dozvoljene vrijednosti ( $V_p > V_{PD}$ ) smatra se da je tačka pomjerena, u suprotnom pomjeranje smatramo greškom mjerenja.

## **SADRŽAJ ELABORATA OSMULTACIJA**

Elaborat geodetskih osmatranja (osmatranja) treba da sadrži sledeće:

- Licence - za fizičko i pravno lice
- Rezultate izravnjanja osnovne i kontrolne geodetske mreže u (Y,X) i visinskom (H) sistemu,
- Tabelarne prikaze razlika koordinata
- Tabele sa ocjenom vrijednosti deformacije između nultog i kontrolnih mjerenja
- Grafički prikaz vektora pomjeranja u pogodnoj razmjeri
- Ostalu dokumentaciju u skladu sa Zakonom o uređenju prostora i izgradnji objekata

## **VREMENSKI PLAN OSMATRANJA**

### **GEODETSKA OSMATRANJA U TOKU IZGRADNJE:**

Nulto mjerenje kod novih objekata se obavlja nakon završetka radova na objektima, a prvo sljedeće nakon 15 dana. Ukoliko su maksimalna pomjeranja manja od 50% od dozvoljenih za vrijeme izvođenja radova mjerenja se organizuju jedan put mjesečno. U slučaju da su mjerena pomjeranja dostigla 50 % od maksimalnih pomjeranja potrebno je o tome obavijestiti nadležna lica na gradilištu, Investitora i organizovati mjerenje pomjeranja na svakih 15 dana.

### **GEODETSKA OSMATRANJA U TOKU EKSPLOATACIJE :**

Mjerenje pomjeranja objekata u toku eksploatacije se vrši na istim mjernim profilima uspostavljenim u toku građenja.

Kontrolno mjerenje se obavlja tri mjeseca nakon završetka radova, a u kasnijem periodu jednom godišnje.

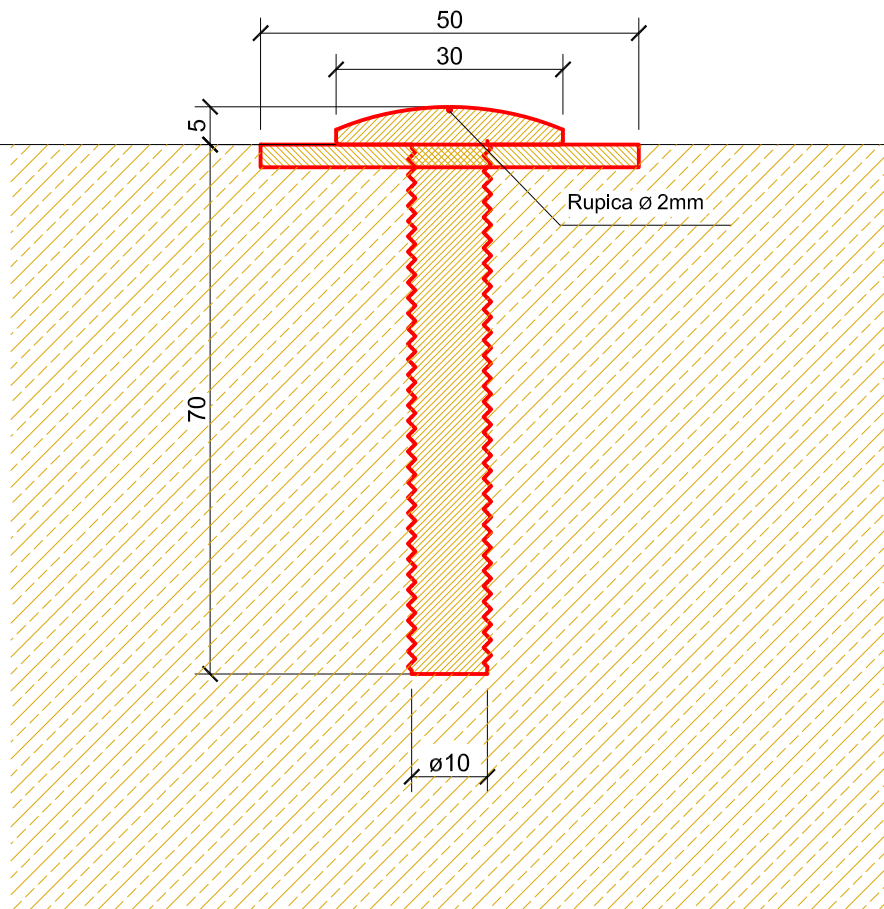
U Podgorici, 21.01.2022.godine

Geodetski dio sastavio:

Miloš Savić, dipl.ing. geodezije

# GRAFIČKI DIO

# METALNA BOLCNA ZA MATERIJALIZACIJU TAČKE OSNOVNE MREŽE



R = 1:1

Dimenzije u mm

PROJEKTANT:



INTER PROJECT d.o.o.

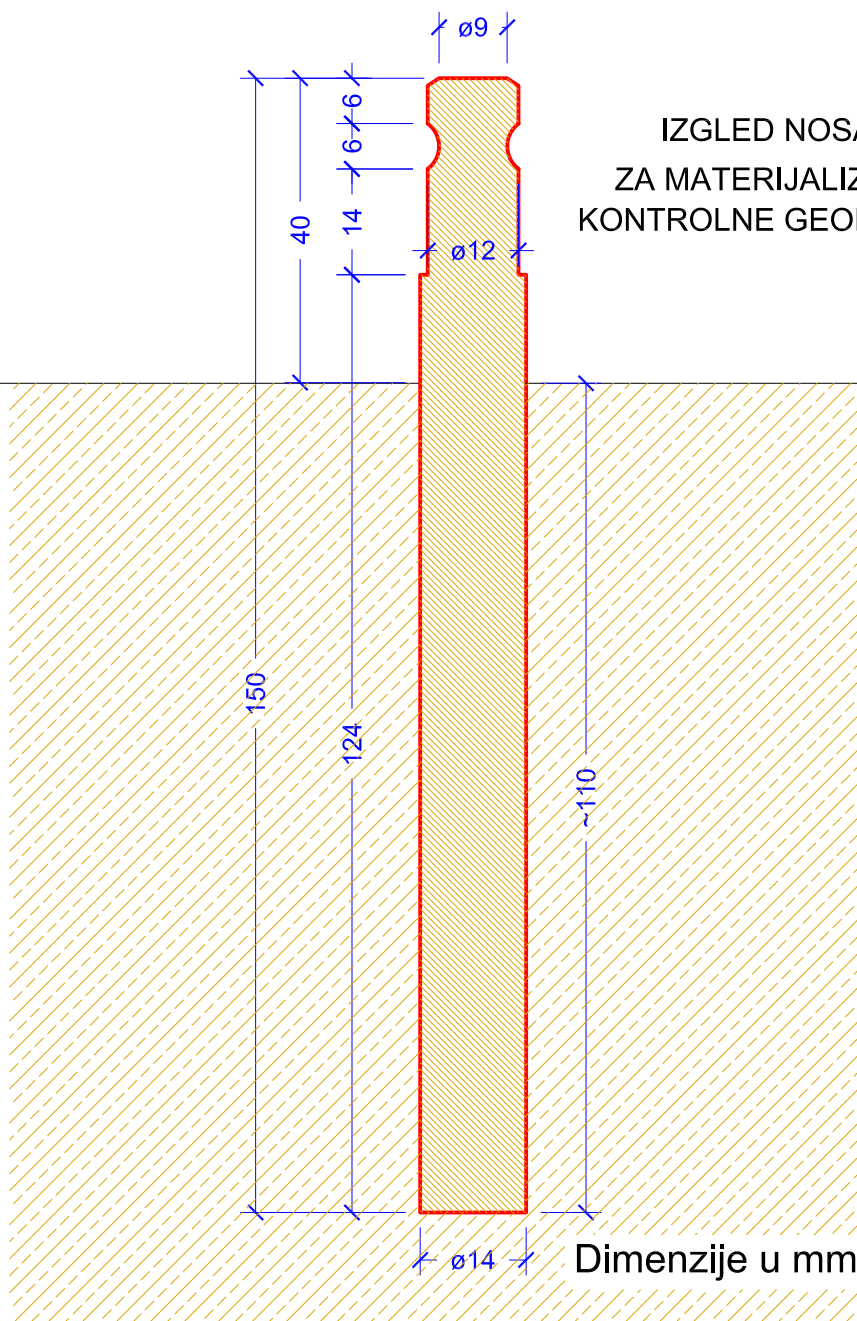
INVESTITOR:

UPRAVA JAVNIH RADOVA CRNE GORE

OBJEKAT:	SANACIJA KLIZIŠTA "KANLI KULA"	LOKACIJA:	ŠIRI ZAHVAT KANLI KULE, HERCEG NOVI		
GLAVNI INŽENJER:	Snežana Raičević, dipl.inž.građ.	VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	GLAVNI PROJEKAT		
ODGOVORNI INŽENJER:	Snežana Raičević, dipl.inž.građ. Miloš Savić, dipl.inž.geod.	DIO TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	PROJEKAT OSMATRANJA TLA I OBJEKATA U TOKU GRAĐENJA I EKSPLOATACIJE	RAZMJERA:	1:1
SARADNIK/CI:		PRILOG:	BOLCNA ZA MATERIJALIZACIJU TAČKE OSNOVNE MREŽE	BR. PRILOGA:	1
Datum izrade i M.P. Jul, 2022. godine		Datum revizije i M.P.			

IZGLED NOSAČA PRIZME  
ZA MATERIJALIZACIJU TAČKE  
KONTROLNE GEODETSKE MREŽE

R = 1:1



PROJEKTANT:



INTER PROJECT d.o.o.

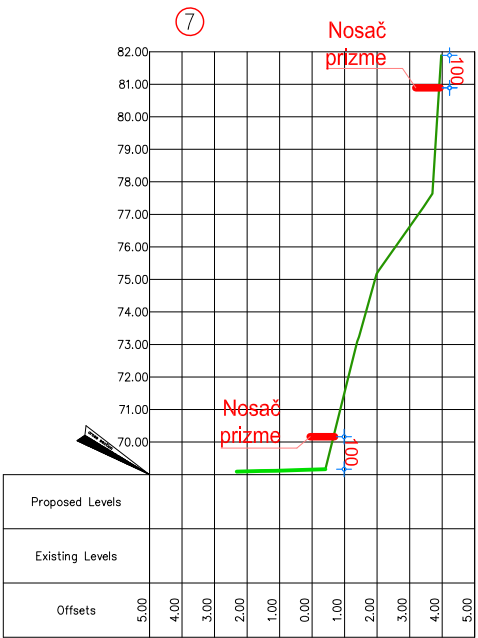
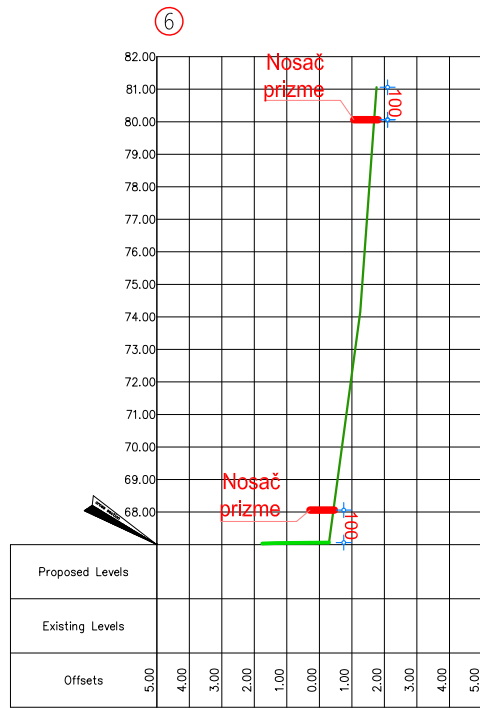
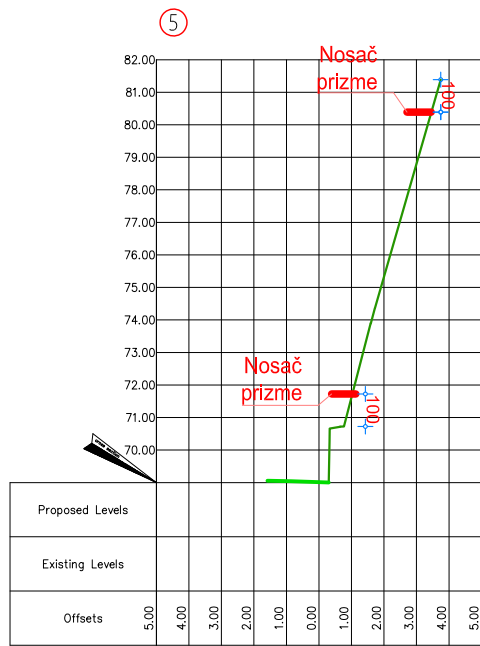
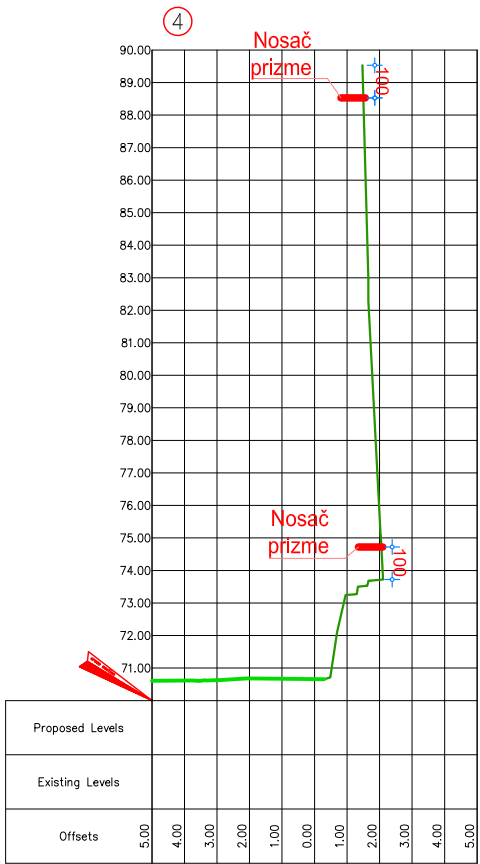
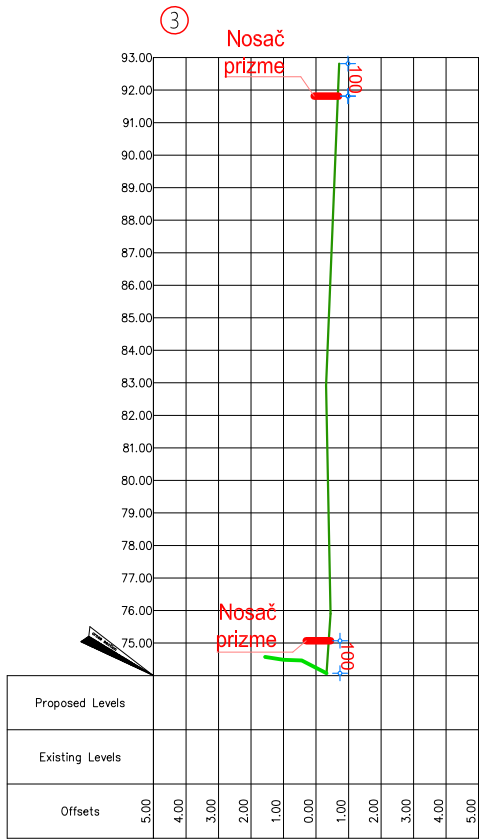
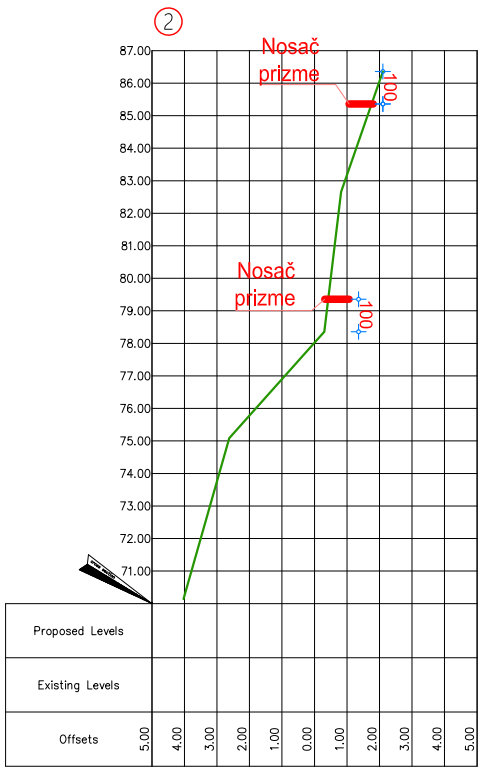
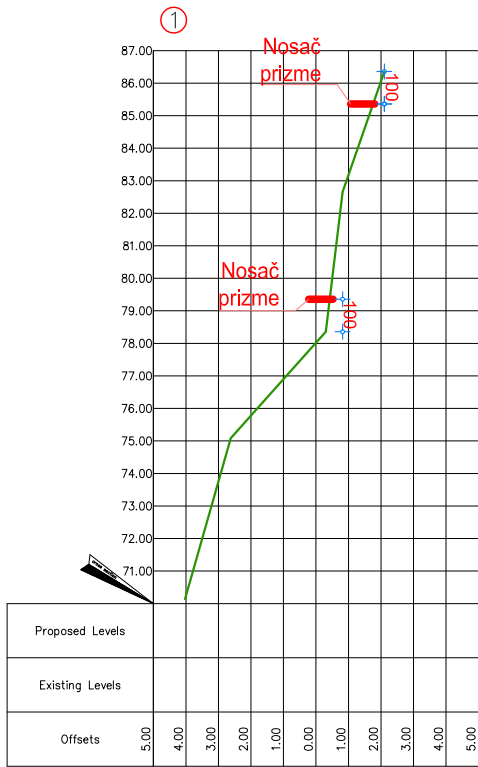
INVESTITOR:

UPRAVA JAVNIH RADOVA CRNE GORE

OBJEKAT:	SANACIJA KLIZIŠTA "KANLI KULA"	LOKACIJA:	ŠIRI ZAHVAT KANLI KULE, HERCEG NOVI		
GLAVNI INŽENJER:	Snežana Raičević, dipl.inž.građ.	VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	GLAVNI PROJEKAT		
ODGOVORNI INŽENJER:	Snežana Raičević, dipl.inž.građ. Miloš Savić, dipl.inž.geod.	DIO TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	PROJEKAT OSMATRANJA TLA I OBJEKATA U TOKU GRAĐENJA I EKSPLOATACIJE	RAZMJERA: 1:1	
SARADNIK/CI:		PRILOG:	IZGLED NOSAČA PRIZME	BR. PRILOGA: 2	BR. STRANE:
Datum izrade i M.P. Jul, 2022. godine		Datum revizije i M.P.			







INTER PROJECT d.o.o.

UPRAVA JAVNIH RADOVA CRNE GORE

OBJEKAT:	SANACIJA KLIZIŠTA "KANLI KULA"	LOKACIJA:	ŠIRI ZAHVAT KANLI KULE, HERCEG NOVI		
GLAVNI INŽENJER:	Snežana Raičević, dipl.inž.građ.	VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	GLAVNI PROJEKAT		
ODGOVORNI INŽENJER:	Snežana Raičević, dipl.inž.građ. Miloš Savić, dipl.inž.geod.	DIO TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	PROJEKAT OSMATRANJA TLA I OBJEKATA U TOKU GRAĐENJA I EKSPLOATACIJE	RAZMJERA:	1:100
SARADNIK/CI:		PRILOG:	Položaj repera za osmatranje stubova	BR. PRILOGA:	4
Datum izrade i M.P. Jul, 2022. godine			Datum revizije i M.P.		