

**PROGRAM RADOVA**  
**ISTRAŽNO BUŠENJE NA PODRUČJU SLANOG**

## 1. UVOD

Crpilište Nereze nalazi se na području općine Dubrovačko primorje, oko 1 km sjeverozapadno od naselja Slano, u eksploataciji je od 1970. godine. Sastoji se od 4 bunara, a voda se crpi iz 2 bunara, B3 i B4, dok su druga dva konzervirana. Bunari se nalaze na nenaseljenom predjelu, sjeverno od Slanog. U sušnom periodu, kada je potrošnja vode najveća, dolazi do povećane koncentracije klorida iznad maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK) za pitku vodu. Voda se zahvaća i koristi isključivo za potrebe vodoopskrbnog sustava Slano i okolnih naselja.

Izvor Usječenik nalazi se oko 500 m južno od naselja Slano na području općine Dubrovačko primorje. Voda se zahvaća i koristi za potrebe vodoopskrbnog sustava Slano, kojim se opskrbljuje istočna strana uvale Slano.

Na potezu Doli – Slano istječu značajne količine vode na priobalnim izvorima i vruljama na relativno maloj razdaljini. Uvjetovali su ih geološki odnosi, prvenstveno jaki poprečni rasjedi koji su poremetili čelo navlake Visokog krša i spustili kontakt navlačenja tik do mora. Tektonska okna u širem području Slanog ukazuju na jak intenzitet tektonskih poremećaja. Okršeni karbonatni kompleks zaleđa omogućio je razvoj privilegiranih vodnih putova duž poprečnih i dijagonalnih rasjeda, usmjerenih generalno prema moru na području Banići - Slano. Ulogu barijere i uspore podzemnih tokova odigrali su trijaski dolomiti i eocenske laporovite naslage (fliš).

U periodu 2013. do 2015.g. u okolici Slanog izvedeni su vodoistražni radovi u dvije faze. U prvoj fazi obavljeno je geološko i hidrogeološko kartiranje na površini od 5 km<sup>2</sup> te geofizička istraživanja u okviru kojih je izmjereno 12 geoelektričnih sonde. Temeljem obavljenih radova prve faze, u drugoj fazi su izbušena dva istražno-eksploatacijska zdenca SL-1/13 i SL-2/13. Bušotina SL-1/13 nije dala pozitivan rezultat te je izbušena bušotina SL-2/13, dubine 165.00 m, koja je dala pozitivan rezultat u smislu moguće količine crpljenja. U siječnju i veljači 2015.g. u zdenac SL-2/13 ugrađena je konstrukcija te je obavljeno čišćenje i osvajanje te probno crpljenje zdenca. Rezultat crpljenja bušotine SL-2/13 je  $Q_{opt}=4.5$  l/s, uz porast klorida od 314 mg.

2017. godine u zaleđu naselja Slano obavljena su geofizička istraživanja sa svrhom utvrđivanja litoloških i strukturno-tektonskih odnosa (kontakt karbonatnih i fliških naslaga) te u konačnici određivanja perspektivnih lokacija za istražno bušenje.

## 2. CILJ I NAMJENA ISTRAŽIVANJA

Cilj ove faze vodoistražnih radova je izradom istražnih bušotina i njihovim ispitivanjem utvrditi mogućnost zahvaćanja značajnih i ekonomski isplativih količina podzemne vode zadovoljavajuće kakvoće na ovom području tijekom sušnog razdoblja.

## 3. PROJEKTI ZADATAK

U ovoj fazi vodoistražnih radova potrebno je izvesti dvije (2) istražne bušotine te provesti njihova ispitivanja s ciljem utvrđivanja njihove izdašnosti i hidrogeoloških karakteristika vodonosnika.

Predviđena dubina istražnih bušotina je 250 m i 180 m, a može se mijenjati u okviru ukupno predviđene dubine bušenja.

## **TEHNIČKI UVJETI IZVOĐENJA RADOVA**

### **BUŠENJE**

Istražne bušotine je potrebno izraditi udarno-rotacijskom metodom bušenja korištenjem čekića uz ispuh nabušenog materijala zrakom.

U obje bušotine potrebno je ugraditi uvodnu kolonu do dubine od 6 m, te izvesti njenu cementaciju. Promjer bušenja za uvodnu kolonu treba omogućiti ugradnju cijevi promjera  $\Phi = 12 \frac{1}{4}$  " (311 mm). Uvodna kolona treba biti od bešavnih čeličnih cijevi s debljinom stijenke od minimalno 7 mm.

Cementaciju uvodne kolone treba izvesti nalijevanjem cementa.

#### **Bušotina IB-5/18**

Bušenje u intervalu od 6 m do dubine 200 m treba izvesti s alatima adekvatnih promjera koji osiguravaju bušenje sa završnim profilom  $\Phi_{\min} = 8$ " (205 mm). U slučaju prestanka iznošenja nabušenog materijala, ili zarušavanja kanala bušotine, potrebno je proširiti kanal bušotine i ugraditi privremene zaštitne kolone. Ugradnja privremenih kolona se neće posebno plaćati, te je istu potrebno ukalkulirati u cijenu bušenja.

Interval od 200 do 250 m potrebno je izbušiti istom metodom, sa završnim profilom  $\Phi = 152$  mm.

#### **Bušotina IB-6/18**

Bušenje u intervalu od 6 m do dubine 150 m treba izvesti s alatima adekvatnih promjera koji osiguravaju bušenje sa završnim profilom  $\Phi_{\min} = 8$ " (205 mm). U slučaju prestanka iznošenja nabušenog materijala, ili zarušavanja kanala bušotine, potrebno je proširiti kanal bušotine i ugraditi privremene zaštitne kolone. Ugradnja privremenih kolona se neće posebno plaćati, te je istu potrebno ukalkulirati u cijenu bušenja.

Interval od 150 do 200 m potrebno je izbušiti istom metodom, sa završnim profilom  $\Phi = 152$  mm.

Za bušenje je neophodno osigurati kompresor minimalnog kapaciteta 20 m<sup>3</sup> zraka/min i tlaka 20 bara.

### **KAROTAŽNA MJERENJA**

Nakon završetka bušenja, a prije ugradnje konstrukcije, u bušotinama je potrebno izvesti karotažna mjerenja:

- električne otpornosti
- spontanog potencijala
- prirodne radioaktivnosti
- gama-gama karotaža
- neutron karotaža

### **OSVAJANJE BUŠOTINA**

Osvajanje bušotina izvršit će se metodom otvorenog air-lifta, kombinacijom kontinuiranog rada air-lifta i „šutiranjem“.

Konstrukcija air-lifta mora biti izrađena od tlačnih cijevi promjera  $\emptyset = 100$  mm i zračnih cijevi promjera  $\emptyset = 1 \frac{1}{2}$ " sa adekvatnom sapnicom.

Predviđeno trajanje osvajanja bušotine je 24 sata, od čega 12 sati prije ugradnje konstrukcije i 12 sati nakon ugradnje.

## **UGRADNJA**

U istražne bušotinu IB-5/18 ugradit će se bunarska konstrukcija u intervalu od 0 do 200 m, a preostali dio će biti ostavljen kao „open hole“.

U istražne bušotinu IB-6/18 ugradit će se bunarska konstrukcija u intervalu od 0 do 150 m, a preostali dio će biti ostavljen kao „open hole“.

Ugradbene konstrukcije je potrebno izraditi od čeličnih cijevi tvornički zaštićenih antikorozivnim premazom, promjera  $\varnothing = 168$  mm, koje se spajaju varenjem na spojevima sa spojnim prstenom, te filterskom sekcijom od tvornički slotiranih cijevi s otvorom slota 3 mm.

Dubinu ugradnje filterske sekcije odredit će nadzorni inženjer na terenu, na temelju podataka bušenja i izvedenih karotažnih mjerenja.

Kako se ne može točno definirati dužina filterske sekcije, potrebno je u Ponudi predvidjeti ugradnju 12 m filtra u svaku bušotinu, te navesti jedinične cijene ugradbenog materijala.

Konstrukciju zdenaca nije moguće točno predvidjeti, te je zbog toga potrebno nabaviti i nešto kraće pune cijevi i filtere od uobičajenih dužina 6 m, kako bi se filterske sekcije mogle ugraditi na „prava“ mjesta.

Gornji dio tehničke konstrukcije osigurat će se betonskim blokom dimenzija 1m x 1m x 0,3 m. Bušotinu je potrebno osigurati kapom odgovarajućeg promjera i lokotom.

## **POKUSNO CRPLJENJE**

Ispitivanje bušotina izvršit će se pokusnim crpljenjem metodom "step testa" sa najmanje tri odabrane crpne količine i metodom „konstant testa“.

Predviđeno vrijeme trajanja ispitivanja svake bušotine metodom „step testa“ je 9 sati (3 x 3 sata), nakon čega treba provesti mjerenje povrata razine podzemne vode. Na temelju rezultata "step testa" odredit će se radni kapacitet uronjene crpke za "konstant test". Predviđeno vrijeme ispitivanja metodom „konstant testa“ je 48 sati, nakon čega treba provesti mjerenje povrata razine podzemne vode.

Mjerenja razine podzemne vode tijekom provedbe pokusnog crpljenja potrebno je izvesti korištenjem automatskih mjerača loggера. Kontrolna mjerenja je potrebno provesti ručnim mjeračem u standardnim vremenskim razmacima.

Za provedbu pokusnog crpljenja potrebno je osigurati potopnu crpku  $\varnothing = 6$ " kapaciteta  $Q = 20$  l/s uz visinu dizanja  $H = 100$  m, te agregat odgovarajuće snage.

Crpljenu vodu tijekom provedbe pokusnog crpljenja treba odvesti privremenim cjevovodom na udaljenost minimalno 100 m od bušotine, da ne bi došlo do recirkulacije.

Pokusnim crpljenjem treba utvrditi Q-H krivulju, sniženje i stalnu dinamičku razinu kod određenog radnog kapaciteta. Na temelju podataka pokusnog crpljenja treba izračunati hidrogeološke parametre vodonosnika.

Na kraju pokusnog crpljenja treba uzeti uzorak crpljene vode iz bušotine, a BFK analizu („C“ analizu) vode treba napraviti u ovlaštenom laboratoriju.

## **4. ROK ZAVRŠETKA RADOVA**

Za realizaciju terenskih radova predviđeno je vrijeme od 40 dana od uvođenja Izvođača u posao, a rok za predaju završnog izvješća je 30 dana po završetku terenskih radova. Krajnji rok za završetak svih radova je 15. studenog 2018.godine.

## 5. IZVJEŠTAJ

Izvještaj o izradi istražnih bušotina mora sadržavati sve tehničke, litološke i hidrogeološke podatke i parametre vezane uz proces izvedbe, osvajanja i ispitivanja. Izvještaj također treba sadržavati ocjenu izdaršnosti zdenca, perspektivnosti vodonosnika, te komentar biološko-fizikalno-kemijske analize vode.

Izvještaj o izvedenim radovima treba predati u 6 (šest) uvezanih primjeraka, pri čemu svaki treba imati priložen CD s izvještajem i podacima mjerenja u digitalnom obliku.

## 6. POSEBNI UVJETI IZVEDBE

Izvođač radova treba izvesti istražne bušotine u skladu sa pozitivnim propisima i pravilima struke, te sa Zakonom o vodama.

Radni stroj kao i sav ostali radni alat i pribor moraju biti u ispravnom stanju, iz radnih strojeva ne smiju curiti ugljikovodici, pogonska hidraulična ulja, opasne i agresivne tekućine, kojima bi se moglo zagađiti zemljište, prostor i podzemne vode. Radni i pogonski strojevi i agregati, kojima će se izvoditi vodoistražni radovi moraju biti smješteni na vodonepropusnoj foliji i to na način da se onemogući zagađenje podzemnih voda opasnim i agresivnim tekućinama strojeva, a istovremeno omogućiti prikupljanje i odstranjivanje istih.

Za vrijeme izvedbe, osvajanja i testiranja bušotina, nužno je iste zaštititi od površinskih voda i onečišćenih voda osvajanja i testiranja bušotina.

Sva ostala pitanja i nejasnoće u vezi izvedbe, izvođač radova će uskladiti sa voditeljem vodoistražnih radova.

Program sastavio:



Želimir Pekaš, dipl.ing.geol.

## 7. SPECIFIKACIJA RADOVA I TROŠKOVNIK

R. BR.	OPIS	JEDINICA MJERE	KOLIČINA	JEDINIČNA CIJENA (kn)	IZNOS (kn)
<b>1. PRIPREMNI RADOVI</b>					
1.1.	Transport i međutransport bušilice, opreme i pribora u dolasku i odlasku s lokacije	komplet	1	_____	_____
	<b>Ukupno 1.</b>				<input type="text"/>
<b>2. BUŠENJE</b>					
2.1.	Bušenje do dubine 6,0 m s profilom koji omogućuje ugradnju uvodne kolone, te nabava, ugradnja i cementacija uvodne kolone promjera $\varnothing = 311$ mm – predviđeno 2 x 6,0 m	m	12	_____	_____
2.2.	Bušenje od 6,0 m do udarno-rotacijskom metodom bušenja korištenjem čekića, uz ispuhivanje nabušenog materijala zrakom, sa završnim promjerom $\varnothing = 8''$ (205 mm) – predviđeno 194 +144 m	m	338	_____	_____
2.3.	Bušenje udarno-rotacijskom metodom bušenja korištenjem čekića, uz ispuhivanje nabušenog materijala zrakom, sa završnim promjerom $\varnothing = 6''$ (152 mm) - predviđeno 2 x 50 m	m	100	_____	_____
2.4.	Karotažna mjerenja	komplet	2	_____	_____
	<b>Ukupno 2.</b>				<input type="text"/>
<b>3. NABAVA I UGRADNJA TEHNIČKE KONSTRUKCIJE</b>					
3.1.	Nabava i ugradnja punih cijevi s antikorozivnim premazom $\varnothing = 168$ mm, prstenovano i zavareno - predviđeno 188 + 138 m	m	326	_____	_____
3.2.	Nabava i ugradnja slotiranog filtra od čeličnih cijevi s antikorozivnim premazom, promjera $\varnothing = 168$ mm, otvora slota 3,0 mm prstenovano i zavareno – predviđeno 2 x 12,0 m	m	24	_____	_____

3.3.	Izrada betonskog bloka (osiguranja) dimenzija 1m x 1x m x 0,3 m i kape bušotine.	kom	2	_____	_____
<b>Ukupno 3.</b>					<input type="text"/>

#### 4. OSVAJANJE, ISPITIVANJE I ANALIZA VODE

4.1.	Osvajanje bušotine metodom air-lifta - predviđeno 2 x 24 (12 + 12) sati	sati	48	_____	_____
4.2.	Montaža i demontaža privremenog odvodnog cjevovoda dužine minimalno 100 m	komplet	2	_____	_____
4.3.	Pokusno crpljenje – step test - predviđeno 2 x 9 (3x3 sata)	sati	18	_____	_____
4.4.	Crpljenje stalnim kapacitetom - predviđeno 2 x 48 sati	sati	96	_____	_____
4.5.	Uzorkovanje vode ovlaštenog predstavnika Zavoda i kompleksna BFK analiza („C“ analiza)	kom	2	_____	_____
<b>Ukupno 4.</b>					<input type="text"/>

#### 5. IZVJEŠĆE O IZVEDENIM RADOVIMA

5.1.	Izvešće o izvedenim strukturno-istražnim bušotinama sa svim tehničkim podacima (u digitalnom i analognom obliku)	komplet	6	_____	_____
<b>Ukupno 5.</b>					<input type="text"/>

#### REKAPITULACIJA

1. PRIPREMNI RADOVI	
2. BUŠENJE	
3. NABAVA I UGRADNJA TEHNIČKE KONSTRUKCIJE	
4. OSVAJANJE, ISPITIVANJE I ANALIZA VODE	
5. IZVJEŠĆE O IZVEDENIM RADOVIMA	
<b>Ukupno :</b>	

<b>UKUPNO bez PDV-a (kn)</b>	
<b>PDV (25%) - kn</b>	
<b>UKUPNO SA PDV- om (kn)</b>	