

**REVITALIZACIJA ZDENCA B-6 NA VODOCRPILIŠTU DELOVI
PROGRAM IZVOĐENJA RADOVA**

U Bjelovaru, svibanj 2021.

SADRŽAJ:

- 1. Uvod**
- 2. Tehničke i hidrogeološke karakteristike zdenca B-6**
- 3. Uzroci starenja i smanjenja izdašnosti zdenca**
- 4. Program revitalizacije zdenca B-6**
- 5. Završno tehničko izvješće o rezultatima radova**
- 6. Prilozi**

1. UVOD

Vodocrpilište Delovi nalazi se u blizini naselja Delovi, općina Novigrad Podravski, Županija Koprivničko-križevačka. Vodocrpilištem upravlja javni isporučitelj Vodne usluge d.o.o. iz Bjelovara, Ulica Ferde Livadića 14a.

Voda sa vodocrpilišta Delovi opskrbljuje grad Bjelovar i okolna naselja u vodoopskrbnom sustavu. Na vodocrpilištu su trenutno aktivna tri bušena zdenca: B-4 (izveden 1985. godine), B-6 (iz 2003. godine i najnoviji B-5A (zamjenski zdenac iz 2019. g.)

Najstariji zdenci vodocrpilišta su B-1, B-2 i B-3 (izvedeni 1962. godine), a koji nisu u proizvodnji još od 1985. godine, dubina ugradnje oko 30 m, promjera Ø 800 mm (prema studiji iz 1996. godine, dr. Z. Pollak). Zdenci B-4 i B-5 su izvedeni 1985. godine (GEOFIZIKA, Zagreb), dubine ugradnje 82 i 84 m, promjera Ø 600 mm, te početnih izdašnosti oko 100 l/s. Ovi zdenci zahvaćali su (kaptirali) vodonosne slojeve izgrađene od šljunaka, sitnog do krupnog zrna, šljunkovitih pijesaka i pijesaka različite granulacije.

Zdenac B-6 je zahvatio i dublje slojeve, do dubine ugradnje od 103,50 m, a inicijalna preporučena izdašnost je iznosila $Q_{rad} = 120 \text{ l/s}$. Zdenac je smješten na sjeveroistočnom kraju crpilišta (položaj je prikazan u prilogu 2). Već 2008. godine zdenac B-6 je sniman podvodnom kamerom, te je utvrđeno prisustvo biogeno-kemogenih nakupina, najintenzivnijih od intervala najgornjeg sita (17,5 m) do dubine oko 50 m. Prva revitalizacija zdenca izvedena je 2011. godine. Tada su, osim biogeno-kemogenih nakupina, ustanovljena korozivna oštećenja, odnosno otvorene kaverne na kolima crpke, čime se gubilo cca 30% crpne količine. Preporučena radna izdašnost je tada iznosila $Q_{rad} = 100 \text{ l/s}$, a uspješnost revitalizacije je iznosila 38% (povećanje izdašnosti). Zbog održavanja zdenca i osiguranja stabilne vodoopskrbe sustava, predložena je ponovna revitalizacija zdenca B-6.

2. TEHNIČKE I HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE ZDENCA B-6

Zdenac B-6 izведен je 2003. godine, a izvoditelj je bio VODOVOD-OSIJEK d.o.o., Osijek. Na vodocrpilištu Delovi tada su bila aktivna dva zdenca B-4 i B-5, ukupne izdašnosti oko 180 l/s. Zdenac B-6 je bušen rotacijskom reverznom metodom do dubine od 107 m, a ugrađena je zdenačka konstrukcija promjera Ø 600 mm do dubine 103,50 m prema rasporedu u tabeli:

Pregled zacjevljenja zdenca B-6:

Vrsta cijevi	Dubinski interval (m)	Dužina cijevi (m)	
		Pune	Sita
Puna čelična	+0,5 – 17,5	18,0	
Sito mostićavo, prokrom (otvor 2 mm)	17,5 – 34,5		17,0
Puna čelična	34,5 – 46,5	12,0	
Sito mostićavo, prokrom (otvor 2 mm)	46,5 – 58,5		12,0
Puna čelična	58,5 – 64,5	6,0	
Sito mostićavo, prokrom (otvor 2 mm)	64,5 – 78,5		14,0
Puna čelična	78,5 – 87,5	9,0	
Sito mostićavo, prokrom (otvor 2 mm)	87,5 – 99,5		12,0
Taložnik čelični	99,5 – 103,5	4,0	
Ukupno		49,0	55,0

Shematski litološko-tehnički profil zdenca prikazan je u prilogu 3.

Zdenac B-6 je osvojen metodom air-lifta , sektorskim ispiranjem sita i podvodnim crpkama. Pokusno crpljenje je izvedeno s dvije podvodne crpke (45 kW, kaptaciteta 80 i 60 l/s), u koracima trajanja 3 x 8 sati, te stalnom količinom od $Q = 135$ l/s, trajanja 72 sata.

Hidrogeološki parametri su bili slijedeći:

- | | | |
|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| - koeficijent vodoprovodnosti | $T_{sr} = 9,78 \cdot 10^{-2}$ | m^2/s |
| - koeficijent vodopropusnosti | $k = 1,084 \cdot 10^{-3}$ | m/s (159 m/dan) |
| - kritična brzina ulaska vode | $V_{krit} = 2,195 \cdot 10^{-3}$ | m/s |
| - koeficijent uskladištenja | $S = 1,28 \cdot 10^{-3}$ | |
| - specifična izdašnost | $q = 26,16$ | $l/s/m$ ($Q = 135$ l/s) |
| - maksimalna izdašnost | $Q_{max} = 205$ | l/s |
| - optimalna izdašnost | $Q_{opt} = 136,6$ | l/s |
| - preporučena radna izdašnost | $Q_{rad} = 120,0$ | l/s |
| - radijus utjecaja zdenca | $R = 510$ | m |
| - jednadžba sniženja | $s = 31 \cdot Q + 57 \cdot Q^2$ | |

3. UZROCI STARENJA I SMANJENJA IZDAŠNOSTI ZDENACA

Svi zdenci imaju svoj ograničeni radni vijek koji je uzrokovan različitim čimbenicima. Prosječni aktivni vijek zdenaca u praksi iznosi 15 – 20 godina, a moguća su znatna odstupanja uzrokovana:

- a) – navlačenjem, taloženjem i začepljenjem sita, šljunčanog zasipa i pribušotinske zone vodonosnika glinovito-prašinastim materijalom
- b) – začepljenje sita anorganskim kemogenim komponentama
- c) – začepljenje sita organskom biomasom bakterija željeza i mangana
- d) – korozijom zdenačke konstrukcije (kemijskom i elektrokorozijom)
- e) – greškama u tehnologiji izrade i materijalima za ugradnju

- a) Glinovita i prašinasta frakcija prisutna unutar vodonosnih slojeva, ali i kao proslojci, te kao građa krovinskih i podinskih slojeva, potpuno se pokreće nošena vodom tijekom crpljenja prema zdencu. Stoga je bitna brzina kretanja vode, odnosno maksimalna ulazna brzina vode (V_{krit}) je ograničena do 3 m/s. Ovi finozrni materijali se talože u porni prostor vodonosnika i zasipa , te smanjuju vodopropusnost i izdašnost zdenca. S vremenom ovaj proces zahvaća gotovo sve zdence u kraćim ili dužim periodima i različitim intenzitetom. Mjera uklanjanja i smanjenja ovih oštećenja je tretiranje kemijskim sredstvima (npr. natrijev pirofosfat, MUD-NOX) i ispiranje u postupcima revitalizacije zdenaca.
- b) Anorganski kemogeni talozi i inkrustati se najčešće stvaraju od kalcijeva i magnezijeva karbonata i drugih soli („kamenac“). Talozi se mogu stvarati na samom otvoru sita, gdje svojim rastom smanjuju perforaciju sita i stvaraju otpor infiltraciji vode u zdenac. Navedeno je posebno često kod podzemnih voda velike i vrlo velike tvrdoće. Uklanjanje ovih oštećenja vrši se mehaničkim (četka, air-lift sa „šutiranjem“) i kemijskim postupcima (kiseline – kao fluorovodična, oksalna, solna, octena, klorne otopine itd.).
- c) Organska oštećenja nastaju intenzivnim nakupljanjem biomase bakterija željeza i mangana. Uvjet za stvaranje i razvoj bakterija je povišen sadržaj željeza i mangana u podzemnoj vodi. Bakterije svojim bio-procesima stvaraju Fe, Mn hidrokside u obliku želatinozne mase koja ispunjava porozni prostor zasipa, perforirane zone sita, kao i stijenke punih cijevi zdenca, tijela i usisa crpki i tlačnog cjevovoda crpki. Moguća je i 100% prekrivenost sita talozima, mm do cm debljina. Uobičajeni naziv za ove naslage je biofilm. Začepljenja uzorkuju smanjenja izdašnosti zdenaca, i po nekoliko puta. Organska oštećenja su vrlo česta u zdencima naših Panonskih prostora, gdje se u sedimentima reduktivnih uvjeta taloženja nalazi voda s prekomjernom količinom željeza i mangana. Rješenja ovih problema u zdencima su vrlo otežana. Organski talozi uklanjaju se mehaničkim postupcima (četkanje i intenzivno crpljenje air-liftom) i kemijskim tretmanom nekim jakim oksidacijskim sredstvima (najčešće kiselinama, te 15% natrijevim hipokloritom – NaOCl). Međutim, nakon revitalizacije ne postiže se trajan učinak, nego se preporučuje opetovano ponavljanje čišćenja zdenaca, barem svake 3 godine, odnosno pri zamijećenom naglijem padu izdašnosti zdenca.

d) Korozija zdenačke konstrukcije dovodi do oštećenja perforiranog dijela sita ili kavernoznosti punih cijevi. Kemijска korozija ili oksidacija zacjevljenja najintenzivnija je u zonama između statičke i dinamičke razine zdenaca, gdje se izmjenjuju faze vlažnih i suhih stanja cijevne konstrukcije, naročito na spojnim mjestima (varovima) čeličnih cijevi. Moguće je da proces korozije „nagrize“ cijelu debljinu cijevi i dovede do kavernoznosti koja omogućuje prodor zasipa i / ili slojnog pjeska i šljunka u zdenac, te uzrokuje kolaps zdenca, uz moguć i slom konstrukcije. Procesi korozije su intenzivniji u vodenim sredinama s prekomjernom količinom CO_2 , O_2 , H_2S , HCl , H_2SO_4 , NH_4 i sl. Otpornost prema koroziji dat će kvalitetan cijevni materijal (čelik debljine min. 6 mm, prokrom, PVC materijali i sl.).

Elektrokorozija (ili galvanska korozija) je još intenzivniji i češći način oštećenja zdenaca. Nastaje zbog razlike električnih potencijala na površini metala, uz stvaranje elektrolita u vodenoj otopini. Razlika potencijala se može stvoriti između dva različita metala zdenačke konstrukcije ili tlačnog cjevovoda i crpke, te između susjednih odvojenih područja na površini cijevi gdje se stvaraju ioni vodika (aktivna katoda) i ioni željeza (npr. korodirani dio, kao aktivna anoda). U ovim slučajevima provode se mjere katodne zaštite, što je struka elektroničara.

e) Tehnologija izrade zdenaca i korišteni materijali su jedan od glavnih faktora trajanja radnog vijeka zdenca. Važni elementi izvedbe zdenca su:

- Tehnologije bušenja u pojedinim vodonosnicima (u pjeskovito-šljunčanim vodonosnicima najčešće i najefikasnija metoda je rotacijska metoda s reversnim kolanjem tekućine za ispiranje), s odabirom promjera bušenja, tipa isplačne tekućine (čista voda, bentonitna isplaka, polimeri, itd.).
- Odabir zacjevljenja: promjer, vrsta materijala i tip sita. Veći promjer bušenja i ugradbenih cijevi daje zdence veće izdašnosti (iako ne aritmetički proporcionalno). Otvor sita određuje se prema granulometrijskom sastavu vodonosnih pjesaka i šljunaka. Loše odabrana sita male propusnosti brzo će se zapuniti inkrustatima ili organskom bio-masom. Trajnost konstrukcije ovisi o kvaliteti materijala (vrsta i debljina).
- Odabir granuliranog zasipa je ovisan o granulometriji vodonosnika, a mora biti od što čistijeg kvarcnog materijala ($>90\%$), određene granulacije, zaobljenih zrna i bez drobljenog i prašinastog materijala. Ugradnja u zdenac mora biti ravnomjerna i polagana.
- Čišćenje i osvajanje zdenca mora biti kompletno i potpuno, s metodama otvorenog air-lifta, sektorskog ispiranja sita, osvajanje crpkom uz moguće kemijsko tretiranje, ovisno o tipu isplake ili podzemne vode.
- Pokusno crpljenje mora biti provedeno u vremenski odgovarajućim intervalima radi dobivanja korektnih hidrogeoloških podataka o izdašnosti zdenca. Uz crpljenje u barem tri koraka (step-test) s tri različite crpne količine, treba izvesti i dugotrajno crpljenje (konstant-test) stalnom količinom u trajanju od 24, 48 ili 72 sata, ovisno o izdašnosti zdenca.

4. PROGRAM REVITALIZACIJE ZDENCA B-6

Revitalizacija zdenca će se provesti određenim metodama po redoslijedu, kojima bi se ostvarila kontrola prije i nakon revitalizacije, učinkovitost i najpovoljniji završni rezultat provedbe revitalizacije zdenca.

Postupak revitalizacije će obuhvatiti:

- Bazno testiranje (pokusno crpljenje) zdenca prije revitalizacije
- Snimanje zdenca podvodnom kamerom prije revitalizacije
- Mehaničko čišćenje konstrukcije
- Kemijska obrada zdenaca natrijevim hipokloritom i MUD-NOX-om
- Agitiranje radnog fluida (klipovanje)
- Mirovanje radnog fluida u zdencu
- Čišćenje i osvajanje zdenca nakon kemijske obrade
- Snimanje zdenca podvodnom kamerom nakon revitalizacije
- Završno testiranje (pokusno crpljenje) nakon revitalizacije zdenca
- Kontrola kvalitete vode (ciljana analiza vode)

4.1. Bazno testiranje (pokusno crpljenje) zdenca prije revitalizacije

Testiranje (pokusno crpljenje) zdenca prije revitalizacije izvelo bi se postojećom podvodnom crpkom kapaciteta $Q_{\min} = 80 \text{ l/s}$ ugrađenoj na dubini od 38 m od razine terena. Voda će se upuštati u crpni sustav vodocrpilišta, a crpne količine određivati vodomjerom.

Testiranje treba izvršiti s najmanje tri crpne količine u trajanju najmanje 9 sati efektivnog rada. Pri testiranju zdenca opaža se sniženje raine podzemne vode koje se prikazuje tabelarno i u vidu polulogaritamskih dijagrama. Na temelju rezultata testiranja izračunavaju se hidrogeološki parametri kao i određuje dozvoljeni kapacitet zdenca prije revitalizacije.

Opažanja razina vode u zdencu i piezometru O-6 vrše se električnim mjeračima razine točnosti $\pm 1 \text{ cm}$.

4.2. Snimanje zdenca podvodnom kamerom prije revitalizacije

Snimanje zdenca podvodnom kamerom izvršilo bi se radi utvrđivanja stanja tehničke konstrukcije zdenca i općeg stanja filterskih sekcija zdenca prije revitalizacije. Snimanjem se treba utvrditi eventualna greška u tehnologiji izrade i odabiru ugradbenog materijala zdenca, odnosno mjesta i zone unutar tehničke konstrukcije koje su intenzivno nagrižene korozijom, odnosno „slaba“ mjesta po cijeloj dubini zdenca.

Snimanjem uronjenom kamerom prije revitalizacije zdenca treba utvrditi stanje vodoprijemnih sita zdenaca i registrirati začepljenja sita anorganskim komponentama kemijskog sadržaja vode i organskom biomasom bakterija željeza i mangana.

4.3. Mehaničko čišćenje zdenca

Mehaničko čišćenje čini niz postupaka, kojima će se skinuti nevezan ili slabije vezan talog, koji predstavlja prepreku za kemijske metode obrade zdenca.

Mehaničko čišćenje zdenca obuhvaća:

- Četkanje zdenca specijalnom rotirajućom PVC četkom promjera Ø 600 mm
- Čišćenje zdenca otvorenim „air-liftom“
- Čišćenje zdenca „air-liftom“ sa sektorskim ispiračem , promjera Ø 600 mm, dužine 2 m
- Mehaničko čišćenje PVC četkom obrađuje se cijela tehnička konstrukcija. Postupak čišćenja četkom se provodi uz polagano rotiranje alata i spuštanje odozgora prema dolje po tehničkoj konstrukciji zdenca.
- Čišćenje zdenca otvorenim „air-liftom“ provodi se kao čišćenje taložnika, čišćenje po intervalima vodoprijemnih sita u smjeru odozgo prema dolje uz „šutiranje“ i „ispiranje“, te ponovno čišćenje taložnika zdenca.
- Čišćenje zdenca „air-liftom“ sa sektorskim brtvama razmaka 2,00 m ostvaruje se pojačano čišćenje segmenata vodoprijemnih sita i to promjenjivim intenzitetom, odnosno jačim intenzitetom uz „šutiranje“ i slabijim intenzitetom kao ispiranje stalnim radom kompresora. Kompresor mora biti radnog pritiska najmanje 10 bara i kapaciteta najmanje 20 l/min.

Mehaničko čišćenje zdenca treba izvršiti u trajanju od najmanje 20 sati efektivnog rada.

Vrijeme utrošeno za montažu mehaničke četke, otvorenog „air-lifta“ i „air-lifta“ sa sektorskim brtvama, te manevriranja alatom kroz tehničke konstrukcije zdenaca ne ubraja se efektivne sate rada na mehaničkom čišćenju zdenca. Mehaničko čišćenje zdenca omogućava efikasnije djelovanje radnih fluida kemikalija pri kemijskoj obradi zdenca.

4.4. Kemijska obrada zdenca

Kemijska obrada zdenca izvršit će se ovisno o uzroku začepljenja. Pretpostavljeno je da je najveće začepljenje sita i šljunčanog zasipa iza sita nastalo sedimentacijom sitnih glineno-prašinastih čestica, ali i navlačenjem siltozno-glinenih čestica vodonosnika. Također za ostala dva osnovna tipa onečišćenja sita (organski i anorganski) postoje već ranije utvrđeni uvjeti, jer je sadržaj željeza u vodi veći od 0,8 mg/l (2011. g.), a također je visoka i tvrdoća vode pa postoje uvjeti za stvaranje kamenca građenog od kalcijevog i magnezijevog karbonata.

Postupak kemijske obrade će započeti utiskivanjem radnog fluida (natrijevog hipoklorita 15% NaCl i MUD-NOX-a). U načelu se koriste dva radna fluida, a utiskivanje se radi kroz „jetting“ i to od donjeg ruba sita zdenca prema gore.

Za revitalizaciju sita začepljenog bakterijama željeza i mangana, te željeznim koloidnim hidroksidom koristi se radni fluid sastavljen od natrijeva hipoklorita (NaOCl) sa aditivom (NaOH – natrijev hidroksid kao stabilizator). Količina NaOCl je 240 l.

Za revitalizaciju zdenaca začepljenih glinovito-siloznim česticama radni fluid je MUD-NOX (vrsta etanola, Texas – USA, neškodljiva biorazgradiva tekućina) u količini od 45 kg.

Agitiranje radnog fluida se provodi klipovanjem sektorskog brtvom (tj. bućanjem, naizmjeničnim zadizanjem i spuštanjem sektora) u trajanju od najmanje 4 sata.

Mirovanje radnog fluida – nakon agitiranja za dobru kemijsku reakciju potrebno je vrijeme. Za upotrijebljene radne fluide-kemikalije predviđeno je vrijeme za kemijsku reakciju u trajanju od najmanje 12 sati.

Nakon mirovanja smatra se da je radni fluid reagirao i razgradio sa otopljenim željezom, manganom, bakterijama željeza, odnosno s glinovito-siloznim materijalima.

Nakon utiskivanja, agitiranja i mirovanja radnog fluida, daljnji postupak revitalizacije se ostvaruje osvajanjem zdenca „air-liftom“ i „air liftom“ sa sektorskim brtvama

4.5. Čišćenje i osvajanje zdenca nakon kemijske obrade

Čišćenje i osvajanje nakon kemijske obrade zdenca treba izvršiti otvorenim „air-liftom“ i „air-liftom“ sa sektorskim brtvama. Postupak osvajanja se sastoji od dizanja i spuštanja sektorskih brtvi kao i „air-lift“-anja između sektorskih brtvi. Sektorskim brtvama se osvajaju sekcije vodoprijemnih sita zdenca od gornjeg ruba sita prema dolje. Kod rada „air-lifta“ kontinuirano se prati količina iscrpljene vode, mutnoća i prisustvo pjene, kao i sadržaj vode obzirom na iznesene krute čestice.

Završno čišćenje – osvajanje zdenaca treba izvršiti čišćenjem taložnika otvorenim „air-liftom“. Čišćenje – osvajanje nakon kemijske obrade zdenca treba izvesti u trajanju najmanje 30 efektivnih sati.

Vrijeme utrošeno za montažu i ugradnju otvorenog „air-lifta“ i „air-lifta“ sa sektorskim brtvama, te manevriranja alatom kroz tehničke konstrukcije zdenca ne ubraja se u efektivne sate rada na čišćenju-osvajanju zdenca.

4.6. Snimanje zdenca podvodnom kamerom nakon revitalizacije

Snimanje stanja konstrukcije nakon čišćenja stijenki zdenca znatno bolje će se uočiti eventualna oštećenja konstrukcije korozijom, jer će prije revitalizacije veliki dio površine stijenki biti prekriven biofilmom ili kemijskim talozima i oksidacijom. Također će biti vidljivi učinci revitalizacije na stijenkama punih cijevi, perforaciji sita i u taložniku.

4.7. Završno testiranje (pokusno crpljenje) zdenca nakon revitalizacije

Testiranje (pokusno crpljenje) zdenca nakon revitalizacije izvelo bi se podvodnom crpkom kapaciteta $Q_{\min} = 80 \text{ l/s}$, ugrađenoj na dubini 38 m od razine terena.

Testiranje se vrši kao „step-test“ sa tri crpne količine (9 sati i mjerjenje povrata razine 2 sata), te kao kratki „konstant-test“ u trajanju od 12 sati efektivnog rada, s mjerjenjem povrata razine 2 sata. Ugradnja pumpe, te vertikalnog i horizontalnog tlačnog cjevovoda i mjerne „blende“, nije uključeno

u efektivni rad na testiranju zdenca. Pri testiranju zdenca opaža se sniženje razine podzemne vode koje se prikazuje tabelarno i u vidu polulogaritamskih dijagrama.

Na temelju rezultata pokusnog crpljenja izračunavaju se hidrogeološki parametri kao i najveća dopuštena i optimalna izdašnost zdenca nakon revitalizacije.

Po završetku testiranja, izvođač ostavlja zdenac u zatečenom stanju tj. sa ugrađenom crpkom Naručitelja spremnom za puštanje u redovan rad.

4.8. Kontrola kvalitete vode (ciljana analiza vode)

Na kraju testiranja ovlašteni djelatnik ovlaštene ustanove, uzet će uzorak vode za biološko-fizikalno -kemijsku analizu, kojom će se utvrditi da li se u zahvaćenoj vodi nalaze ostaci ili tragovi kemikalija i aditiva korištenih u procesu revitalizacije, kao i ocjenu kvalitete zahvaćene podzemne vode.

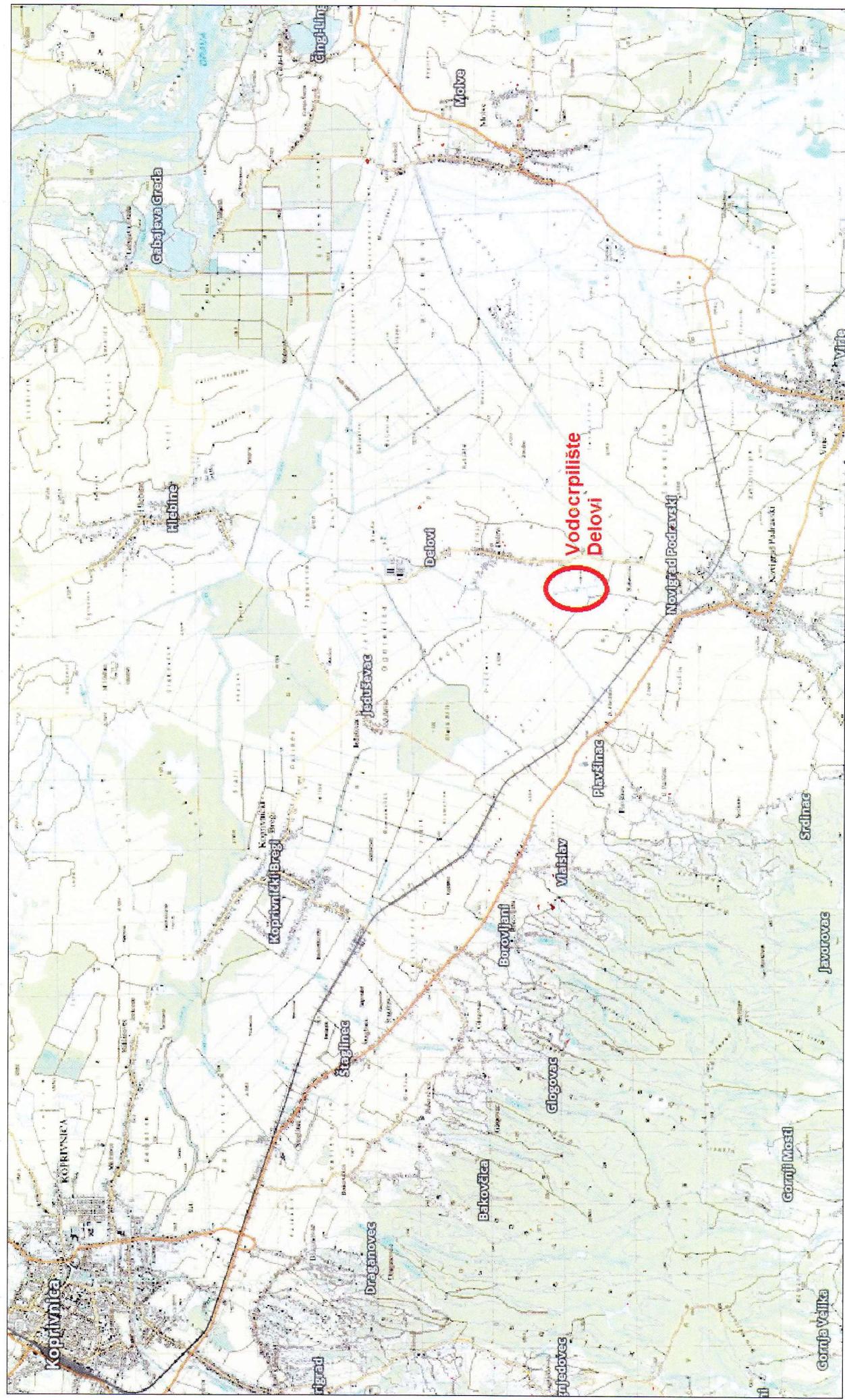
5. ZAVRŠNO TEHNIČKO IZVJEŠĆE O PROVEDENOJ REVITALIZACIJI ZDENCA

Završno tehničko izvješće o provedenoj revitalizaciji mora sadržavati:

1. Snimak zdenca podvodnom kamerom na digitalnom mediju s opisom i komentarom općeg stanja zdenca prije revitalizacije (u tekstu izvješća).
2. Rezultate pokusnog crpljenja zdenca prije provedene revitalizacije sa tabelarnim pregledom sniženja, prikazom krivulja sniženja na polulogaritamskim dijagramima, s izračunatim hidrogeološkim parametrima i ocjenom izašnosti zdenca.
3. Detaljni tehnički opis mehaničkog čišćenja zdenca.
4. Detaljan tehnički opis kemijske obrade zdenca.
5. Detaljan opis s prikazom rezultata čišćenja i osvajanja zdenca.
6. Rezultate pokusnog crpljenja zdenca nakon provedene revitalizacije sa tabelarnim pregledom sniženja, prikazom krivulja sniženja na polulogaritamskim dijagramima, s izračunatim hidrogeološkim parametrima i ocjenom izašnosti zdenca.
7. Završni snimak zdenca podvodnom kamerom na digitalnom mediju s opisom i komentarom.
8. Rezultate fizikalnog, kemijskog i bakteriološkog sadržaja podzemne vode sa komentarom analize sadržaja vode.
9. Zaključak s opisom sumarnih rezultata i poboljšanja kapaciteta nakon provedene revitalizacije.

6. PRILOZI

- **ZEMLJOVID LOKACIJE VODOCRPILIŠTA**
- **SATELITSKI SNIMAK POLOŽAJA ZDENCA**
- **LITOLOŠKI SASTAV/KONSTRUKCIJA ZDENCA**



Zemljovid lokacije vodocrpilišta

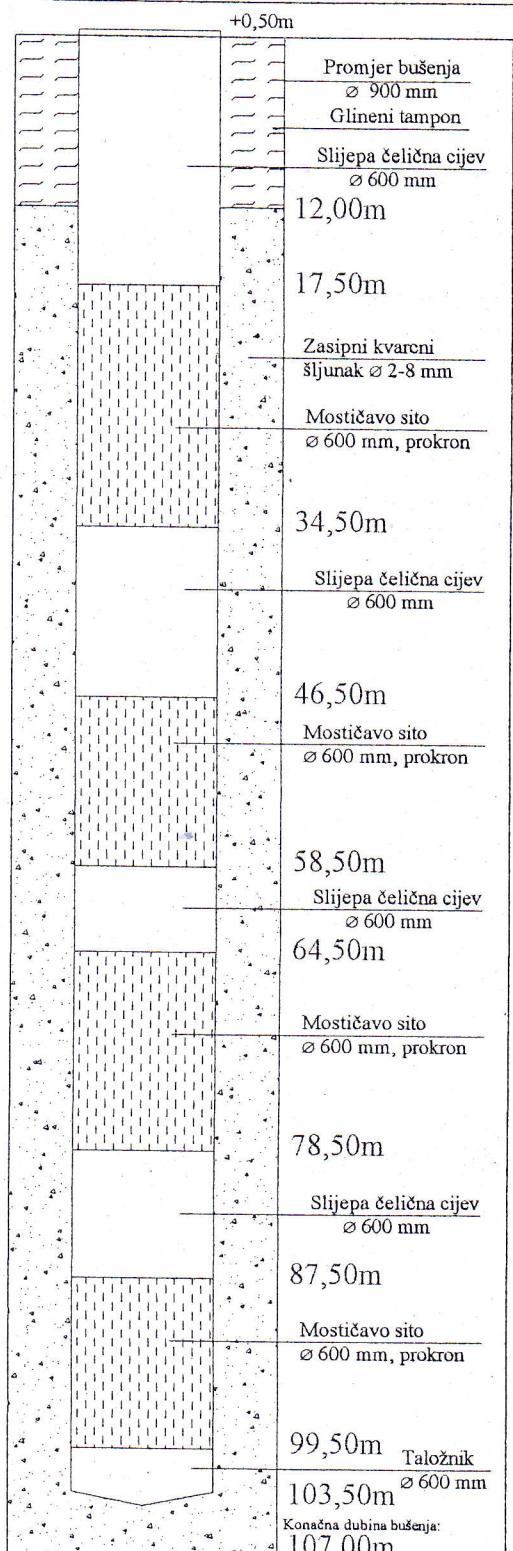


Satelitski snimak položaja zdenca

VODOVOD-OSIJEK d.o.o.	EKSPLOATACIJSKI ZDENAC CRPILIŠTE "DELOVI"	Broj zdenca: B-6
PJ GRADSKI VODOVOD RJ Hidrogeološki radovi	Naručitelj: Komunalac d.o.o. Bjelovar	Broj elaborata: 474

MJERILA 1.500	LITOLOŠKI SASTAV	Dobijna (m)	Vodonosni slojevi	KONSTRUKCIJA ZDENCA
------------------	------------------	----------------	----------------------	---------------------

0	prah glinoviti, smeđi mjestimično glina, siva	5,80	
-5			
-10	šljunak srednje do krupnozrni, valutice ϕ do 8cm, kvarc i stijene	6,20	
-15	pjesak sr. - krupnozrni šljunak, pretež. srednji s pjeskom	1,00 4,00	
-20	pjesak šljunkoviti do šljunak pjeskoviti sive boje	5,00	
-25	šljunci, različite granulacije, mjestimično vrlo krupni, ϕ do 10cm, vezivo pjeskovito do 30%	14,00	
-30			
-35			
-40	pjesaci sivi, srednje do krupnozrni, mjestimice šljunkoviti	10,00	
-45	pjesak šljunkoviti, srednje do krupnozrni, sive boje	4,00	
-50	šljunak srednje do krupnozrni, pjeskovit	4,00	
-55	pjesci sitno do krupnozrni, mjestimice šljunkoviti i proslojci šljunka, boja svjetla siva i žućkastosiva	10,00	
-60	šljunak sitno-sred., pjesak	2,00	
-65	pjesak sitno do krupni	2,00	
-70	šljunak sitno-sred., pjesak	2,00	
-75	pjesak srednje, žutosivi	2,00	
-80	šljunci srednje do krupni, manje ili više pjeskoviti	6,00	
-85	šljunci srednje-krupni	3,00	
-90	izmjena šljunka prašinastog-pjeskovitog i praha	4,00	
-95	šljunak manje pjeskovit	1,00	
-100	šljunak i prah, pjeskovit	2,00	
-105	šljunak srednje do krupnozrni, ϕ do 7cm	3,00	
	šljunak sitno do krupnozrni	3,00	
	šljunak srednje do krupnozrni, ϕ do 8cm	5,00	
	šljunci od sitnog-krupnog	5,00	
	šljunci srednje do vrlo krupni, ϕ preko 10cm	3,00	



Obradio: Z. Šimundić, dipl.ing.geol.

Izdašnost: Q max = 205 l/s

Izyješće napisao: Z. Šimundić, dipl.ing.geol.

Statička razina vode: 6,76 m

Grafika: Branka Sarić, grad.teh.

Datum: srpanj, 2003.

Prilog 3