Izvedba zdenca ZT-2 na lokaciji crpilišta Toplica

Grubišić, Katarina

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:188768

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET
Diplomski studij geološkog inženjerstva

IZVEDBA ZDENCA ZT-2 NA LOKACIJI CRPILIŠTA TOPLICA

Diplomski rad

Katarina Grubišić
GI-161

Zagreb, 2016.

Sveučilište u Zagrebu Diplomski rad

Rudarsko-geološko-naftni fakultet

IZVEDBA ZDENCA ZT-2 NA LOKACIJI CRPILIŠTA TOPLICA

KATARINA GRUBIŠIĆ

Diplomski rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Sažetak

Tema ovog rada je izvedba zdenca ZT-2 i interpretacija pokusnog crpljenja na lokaciji crpilišta Toplica za potrebe vodoopskrbe grada Orahovice. Crpilište Toplica zahvaća prigorski vodonosnik sjevernih padina Papuka. Prvi dio rada donosi pregled dosadašnjih istraživanja, podatke o geološkoj građi te hidrogeološkim uvjetima na ovom području. Opisan je postupak izvedbe zdenca, osvajanja zdenca i pokusnog crpljenja. Pokusnim crpljenjem stalnom crpnom količinom Cooper-Jacobovom polulogaritamskom metodom dobivene su vrijednosti lokalne transmisivnosti vodonosnika, koeficijenta uskladištenja i hidrauličke vodljivosti. Pokusnim crpljenjem u koracima s različitim crpnim količinama u intervalima od 60 minuta dobiveni su parametri zdenca, odnosno parametri linearnih gubitaka u vodonosniku i nelinearnih gubitaka na zdenačkom zacjevljenju. Na temelju dobivenih podataka i pomoću empirijske formule dobivena je maksimalna crpna količina zdenca. U radu je iznesena kemijska analiza vode koja pokazuje izvanrednu kakvoću podzemne vode u proučavanom vodonosniku.

Ključne riječi: crpilište Toplica, vodonosnik, zdenac, pokusno crpljenje, izvedba zdenca, hidrogeološki parametri

Diplomski rad sadrži: 30 stranica, 6 tablica, 14 slika, 5 priloga i 13 referenci.

Jezik izvornika: hrvatski

Diplomski rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta
Pierottijeva 6, Zagreb

Voditelj: Doc. dr. sc. Željko Duić, RGNF

Ocjenjivači: Doc. dr. sc. Željko Duić, RGNF
Izv. prof. dr. sc. Kristijan Posavec, RGNF
Doc. dr. sc. Jelena Parlov, RGNF

Datum obrane: 19. veljače 2016.

University of Zagreb
Faculty of Mining, Geology
and Petroleum Engineering

Master's Thesis

CONSTRUCTION OF WELL ZT-2 ON THE WELLFIELD TOPLICA

KATARINA GRUBIŠIĆ

Thesis completed in: University of Zagreb
Faculty of Mining, Geology and Petroleum engineering
Department of Geology and Geological Engineering
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Abstract

The topic of this thesis is the construction of the well ZT-2 and interpretation of test pumping on location wellfield Toplica for water supply system of Orahovica. Wellfield Toplica is located in the region of aquifer of Papuk's north side. First part of the thesis provides insight into previous researches, geological structure information and hydrogeological conditions on this location. The following chapters contain technical data about the well construction, development and test pumping. Local aquifer transmissivity, storage coefficient and hydraulic conductivity were determined by constant rate test pumping and Cooper-Jacob's semi-logarithmic method. Well parameters of ZT-2 (linear and nonlinear losses) were determined with divergent rate test pumping with 60 minutes intervals. The calculations for maximum pumping quantity of the well were based on existing data in assistance with empirical formula. The thesis contains underground water chemical analysis which shows very high groundwater quality.

Keywords: wellfield Toplica, aquifer, well, test pumping, well construction, hydrogeological parameters

Thesis contains: 30 pages, 6 tables, 14 figures, 5 enclosures and 13 references.

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Library of Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering,
Pierottijeva 6, Zagreb

Supervisor: PhD Željko Duić, Assistant Profesor

Reviewers: PhD Željko Duić, Assistant Profesor
PhD Kristijan Posavec, Associate Professor
PhD Jelena Parlov, Assistant Professor

Date of defense: Ferbruary 19, 2016.

SADRŽAJ

1. Uvod 1
2. Pregled dosadašnjih istraživanja 2
3. Opis istraživanog područja 3
   3.1. Geografski položaj istraživanog područja 3
   3.2. Geologija istraživanog područja 4
   3.3. Hidrogeooške značajke istraživanog područja 7
4. Postojeći zahvat vode na lokaciji crpilišta Toplica 9
5. Izvedba zdenca ZT-2 11
   5.1. Zamisao zahvata 11
   5.2. Bušenje zdenca 11
   5.3. Ugradnja konstrukcije zdenca 14
   5.4. Osvajanje zdenca 17
   5.5. Pokusno crpljenje 17
6. Parametri vodonosnika i zdenca ZT-2 18
   6.1. Lokalni parametri vodonosnika 18
   6.2. Parametri zdenca ZT-2 21
   6.3. Izdašnost zdenca i položaj crpke 25
7. Kakvoća podzemne vode 26
8. Zaključak 28
9. Literatura: 29

POPIS TABLICA

Tablica 4-1. Vrijednosti parametara prigorskog vodonosnika prema interpretaciji pokusnog crpljenja zdenca BT-1 na crpilištu Toplica (Urumović & Hlevnjak 1997).....10
Tablica 4-2. Parametri zdenca BT-1 na crpilištu Toplica (Urumović & Hevnjak, 1997)...10
Tablica 6-1. Vrijednosti lokalnih parametara vodonosnika. 20
Tablica 6-2. Podaci pokusnog crpljenja u koracima. 23
Tablica 6-3. Parametri zdenca ZT-2 24
Tablica 7-1. Prikaz raspona sadržaja karakterističnih sastojaka u vodi na crpilištu Toplica (Hlevnjak & Duić, 2015).....26

POPIS SLIKA

Slika 3-1. Geografski položaj crpilišta Toplica. 3
Slika 3-2. Geološki zemljovid područja (Hlevnjak & Duić, 2015). 6
Slika 4-1. Litološki profil A-A' prigorskog vodonosnikana lokaciji crpilišta Toplica s ucrtanim položajem istražnih bušotina i zdenca BT-1 (Hlevnjak & Duić, 2015), položaj profila vidljiv je na slici 5-1. u idućem poglavlju. 10
Slika 5-1. Bušaća garnitura. 12
Slika 5-2. Žrvanjsko dlijeto korišteno u prvom dijelu bušenja. 13
Slika 5-3. Isplačni bazen. 13
Slika 5-4. Čekić korišten u drugom dijelu bušenja. 14
Slika 5-5. Mostičavo sito veličine otvora 2 mm. 15
Slika 5-6. Ugradnja sita. 16
Slika 6-1. Polulogaritamski dijagram vrijeme-sniženje za prvu crpnu količinu pri pokusnom crpljenju zdenca ZT-2 s mjerenjima sniženja razine vode u zdencu ZT-2 i opažačkom zdencu BT-1. 19
Slika 6-2. Polulogaritamski dijagram vrijeme-sniženje za crpljenje "stalnom" količinom pri pokusnom crpljenju zdenca ZT-2 s mjerenjima sniženja razine vode u zdencu ZT-2 i opažačkom zdencu BT-1. 20
Slika 6-3. Dijagram kolebanja razine vode i prirasti sniženja (δs) pri pokusnom crpljenju u koracima. 22
Slika 6-4. Grafička analiza ekvivalentnog specifičnog sniženja i ekvivalentne izdašnosti zdenca ZT-2 prema podacima iz tablice 6-2. 23
Slika 6-5. Dijagram s=f(Q) i pojedine vrste gubitaka za crpljenje zdenca ZT-2 u trajanju od jednog sata. 25

POPIS PRILOGA

Prilog 1 Litološki stupovi istražnih bušotina PT-1, PT-2 i PT-3

Prilog 2 Lokacija istražnih bušotina, starog zdenca BT-1, novog zdenca ZT-2 te profila A-A' na topografskoj podlozi M 1:25000.

Prilog 3 Tehničko – litološki profil zdenca ZT-2

Prilog 4 Dnevnik pokusnog crpljenja

Prilog 5 Kemijska analiza vode u zdencu ZT-2

POPIS KORIŠTENIH OZNAKA

Simbol	Osnovna jedinica	Dodatne jedinica	Veličina i svojstvo
Q	[m^3/s]	[l/s], [m^3/dan]	izdašnost, crpna količina
T	[m^2/s]	[m^2/dan]	transmisivnost
Δs	[m]		prirast sniženja za vrijeme jednog logaritamskog ciklusa
S	bezdimenzijska		koeficijent uskladištenja
t_0	[s]	[min]	vrijeme pri nultom sniženju
R_p	[m]		udaljenost opažačkog zdenca od crpljenog zdenca
K	[m/s]	[m/dan]	hidraulička vodljivost
b	[m]		debljina vodonosnika
s	[m]		ukupno sniženje
B	[s/m^2]		parametar linearnih gubitaka u vodonosniku
C	[m^2/s^5]		parametar nelinearnih gubitaka na zdenačkom zacjevljenju
δs_i	[m]		prirast sniženja između dva susjedna koraka crpljenja
δQ_i	[m^3/s]		prirast izdašnosti između dva susjedna koraka crpljenja
$\frac{\delta s_i}{\delta Q_i}$	[s/m^2]		ekvivalentno specifično sniženje
$Q_q = \frac{Q_i^2 - Q_{i-1}^2}{\delta Q_i}$	[m^3/s]		ekvivalentna izdašnost
R_z	[m]		efektivni polumjer zdenca
t_i	[s]	[min]	vrijeme za koje vrijedi parametar B

1. Uvod

Područje grada Orahovice u hidrogeološkom smislu može se podijeliti na sjeverni ravničarski i južni brdski dio. Sjeverni dio pripada vodnom području sliva Drave i izgrađen je od heterogenih aluvijalnih naslaga u kojima se izmjenjuju slojevi pijeska i šljunka sa slojevima gline i praha. Južni brdski dio čine sjeverne padine Papuka i sjeverozapadne padine Krndije složene geološke građe u kojima se vodonosne sredine stvaraju zahvaljujući izrazitoj raspucanosti slabopropusnih stijena uslijed intenzivnog boranja i rasjedanja.

Vodoopskrbni sustav Orahovice trenutno koristi tri crpilišta. Najstarije izvorište zahvaćeno 1970. godine je izvorište Tisovac koje se nalazi na obroncima Papuka. Sastoji se od 8 zahvaćenih izvora kojima ukupna izdašnost sezonski varira, a minimalna izdašnost iznosi 8-10 l/s. Drugo je crpilište Toplica priključeno na vodoopskrbni sustav 1991. godine. Tada je izrađen zdenac BT-1 koji je imao izdašnost 3 do 4 l/s, no na ovoj lokaciji izdašnost je gotovo zanemarivo sezonski varirala. S vremenom je izdašnost opala na nešto iznad 1 l/s. Iz tog razloga bilo je potrebno načiniti novi zdenac na ovoj lokaciji, što će detaljnije biti razrađeno u nastavku rada. Fatovi su najmlađe crpilište, osnovano 1996. godine. Ono se nalazi sjeverno od Orahovice na Orahovičkoj terasi, sastoji se od dva zdenca s ukupnom izdašnosti od oko 25 l/s i danas predstavlja količinski glavno izvorište vodoopskrbnog sustava.

S obzirom na to da je tijekom godina korišenja izdašnost postojećeg zdenca BT-1 opala na nešto više od 1 l/s odlučeno je načiniti drugi eksploatacijski zdenac na ovoj lokaciji.

Radovi na izvedbi zdenca ZT-2 provedeni su krajem 2014. i početkom 2015. godine, a provodila ih je tvrtka Drill Co. iz Zagreba. Radovi su uključivali izvedbu bušotine i ugradnju zdenačkog zacjevljenja, osvajanje zdenca te pokusno crpljenje u svrhu određivanja lokalnih parametara vodonosnika i parametara zdenca te kemijsku analizu vode.

2. Pregled dosadašnjih istraživanja

Prva mjerenja izdašnosti pojedinih potoka sa sjeverne strane Papuka koja su provedena u sušnim razdobljima 1903. i 1904. godine bila su potaknuta razmatranjima mogućnosti rješavanja vodoopskrbe Osijeka vodama s Papuka (Koch, 1906).

Orahovički vodovod izgrađen je prema "Glavnom projektu vodovoda Orahovice", koji je 1970. godine načinio ETZ iz Osijeka. Kao izvorište vodoopskrbe zahvaćen je izvor Tisovac koji se nalazi južno od Orahovice, na sjevernim padinama Papuka iznad ceste Orahovica – Kutjevo (Urumović & Hlevnjak, 1997).

Razvojem grada i prigradskih naselja porasle su i potrebe vodoopskrbe, a izdašnost izvora Tisovac je u sušnim razdobljima drastično opadala. Od 1988. godine provode se mjerenja prema kojima je vidljivo da je izdašnost u sušnim razdobljima 1989. i 1990. godine opala na 8 l/s, a 1991. godine čak i nešto ispod te vrijednosti. U to vrijeme ove količine zadovoljavale su tek oko 50% potreba (Urumović & Hlevnjak, 1997).

1989. godine započinju snimanja vodnih pojava i drugih hidrogeoloških podataka na širem području Orahovice, te je provedena interpretacija hidrogeoloških okolnosti i određivanje najperspektivnijih izvora podzemne vode. Temeljem tih istraživanja 1990. godine izrađena je *Hidrogeološka studija općine Orahovica* (Urumović & Hlevnjak, 1990) kojom je zaključeno da su uz gorske vodonosnike iz kojih se napaja izvor Tisovac, za izvorišta vodoopskrbe najzanimljiviji prigorski vodonosnik na lokacijama Toplica, Jezero i Slatinski Drenovac, te od ravničarskih predjela vodonosnik koji je razvijen u području Orahovičke terase.

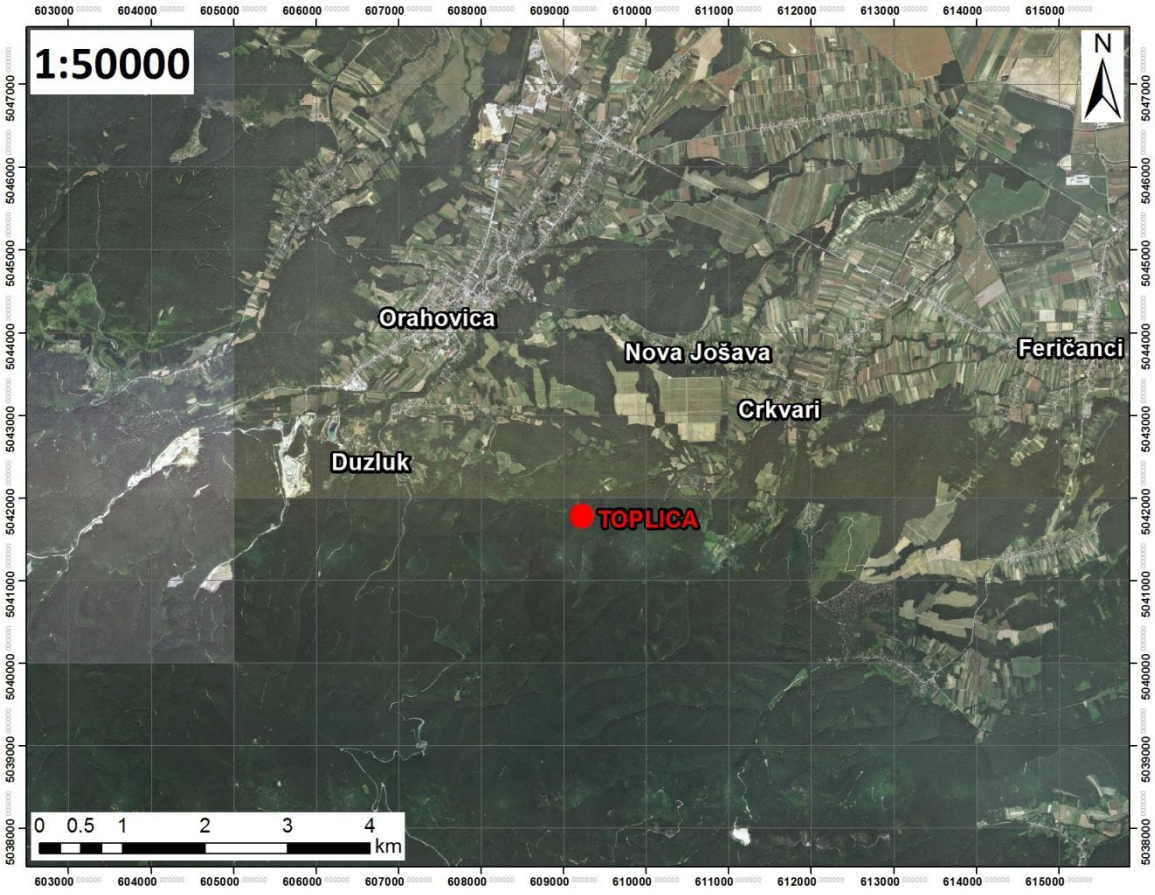
2.1. Dosadašnja istraživanja na lokaciji crpilišta Toplica

Prva terenska istraživanja na području crpilišta Toplica provedena su već 1990. godine. Istraživanje je uključivalo izradu tri istraživačke bušotine i jednog pokusno-eksploatacijskog zdenca. Procijenjena izdašnost zdenca bila je oko 4 l/s, a kakvoća vode je zadovoljavala kriterije maksimalno dopuštene količine (MDK) (Sl. list 9/80, 14/80, 14/85). Prema procjenama na temelju dobivenih rezultata, izvedba ovog zdenca značila bi povećanje raspoložive količine vode u sušnim razdobljima za čak 50%. Stvarna izdašnost tijekom eksploatacije nije znatno odstupala od procijenjene.

3. Opis istraživanog područja

3.1. Geografski položaj istraživanog područja

Crpilište Toplica nalazi se u Virovitičko-podravskoj županiji. Reljefno, područje županije može se podijeliti na sjeverni prostor podravske nizine i južni brdsko-planinski prostor koji obuhvaća sjeverne padine Bilogore, Papuka i Krndije. Područje istraživanja nalazi se na području grada Orahovica koja u hidrogeološkom smislu pripada slivu Drave te obuhvaća i sjeverni ravničarski i južni brdski prostor. Crpilište Toplica se nalazi na južnom, brdskom dijelu, na rubnim dijelovima sjevernih padina Papuka (Slika 3-1.), oko 4 kilometra jugoistočno od središta Orahovice u dolini potoka Svinjčina koji između brda Rudašica i Kapetanuša ulazi u dolinu potoka Toplica.



Slika 3-1. Geografski položaj crpilišta Toplica.

3.2. Geologija istraživanog područja

Pojava prigorskog vodonosnika zahvaćenoga na crpilištu Toplica uvjetovana je litološkim osobitostima kolektorskih vapnenačkih stijena kao i njihovim strukturnim osobitostima. Širi prostor izvorišta izgrađuju klorit-sericitski škriljavci prekambrijske starosti (Seose), filitni konglomerati, arkoze, protokvarciti i šejlovi permotrijasa (PT), pješčenjaci, šejlovi i siltiti donjeg trijasa (T_1), te dolomiti i dolomitični vapnenci srednjeg trijasa (T_2) i sediment miocena u kojima se izmjenjuju lapori, vapnoviti lapori, pješčenjaci i litotamnijski vapnenci (Jamičić i dr., 1986).

Najstarije stijene na ovom području predstavljaju klorit-sericitski škriljavci prekambrijske starosti. To su metamorfne stijene koje se uglavnom sastoje od kvarca, klorita, muskovita, albita i sericita. Karakterizira ih izražena folijacija zbog koje se lome u tanke pločice. Stijene su intenzivno mikro- i makroborane, najvjerojatnije u izoklinalne bore. Izgrađuju područje nizvodno od izvorišta Tisovac, odnosno istočno od istraživanog područja. U hidrogeološkom smislu su nepropusne i sa sitnozrnastim klastitima donjeg trijasa predstavljaju glavnu barijeru podzemnim vodama u zaleđu izvorišta (Urumović i dr., 2009).

Filitni konglomerati, arkoze, protokvarciti i šejlovi permotrijasa pojavljuju se južno od izvorišta i tvore kontinuirani pojas generalnog pružanja istok-zapad. Transgresivno naliježu na starije metamorfne stijene koje čine velik udio klastita u ovim sedimentima. Klastiti su uglavnom sitnozrnasti, a sedimenti dobro uslojeni, te intenzivno borani pa se kompleks naslaga može smatrati vodonepropusnim.

Na permotrijas kontinuirano se talože pješčenjaci, šejlovi i siltiti donjeg trijasa. Naslage su dobro uslojene, a ponegdje i uškriljene uslijed tektonske aktivnosti, debljine slojeva ne prelaze dvadesetak centimetara. Boja im varira od sive, sivosmeđe do crvenkaste. Uz manje prekide ove naslage okružuju glavni vodonosnik i predstavljaju njegovu podinu (Urumović i dr., 2009).

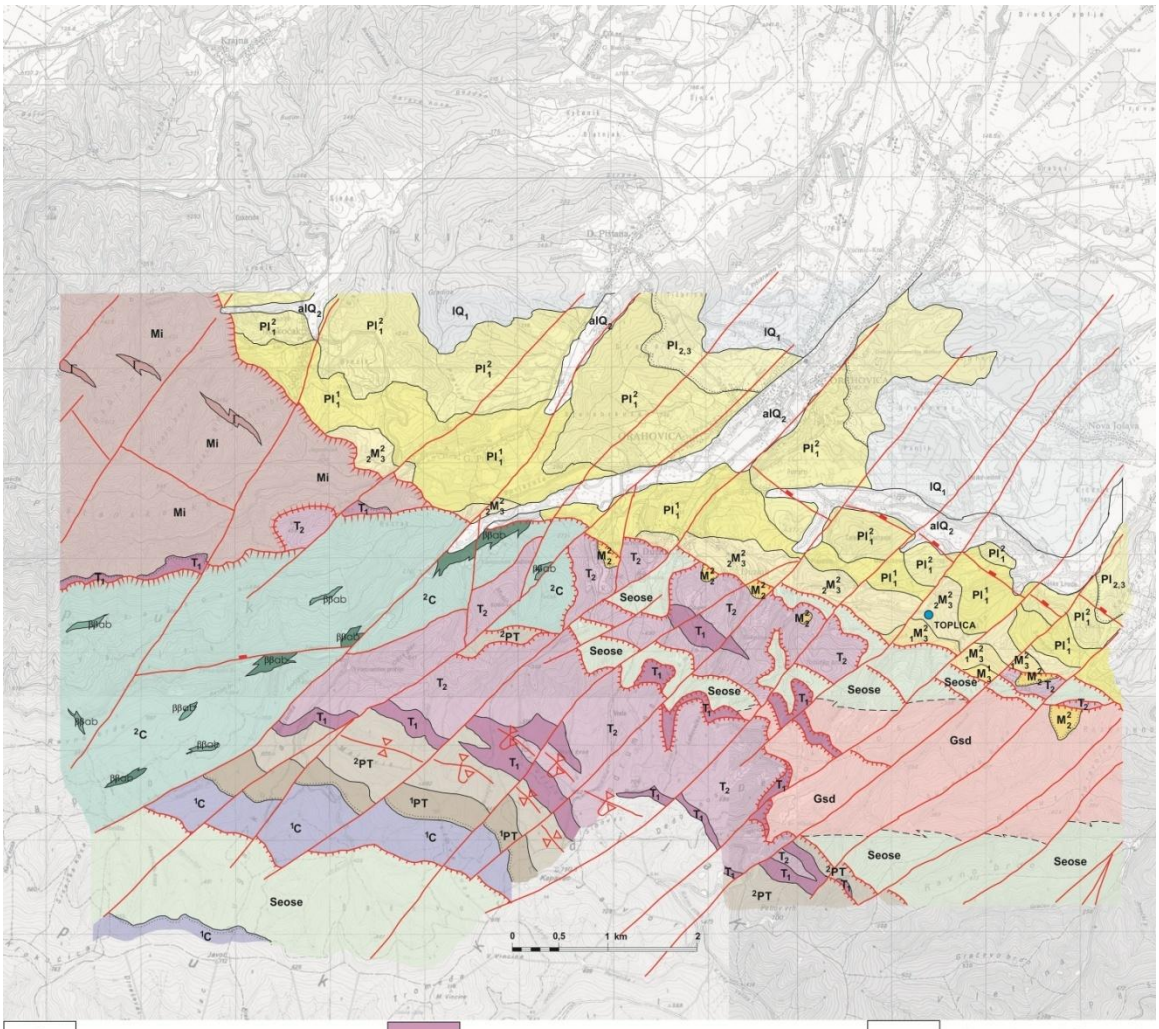
Naslage srednjeg trijasa predstavljaju dolomiti i dolomitični vapnenci, te podređeno vapnenačke breče koji predstavljaju najzanimljiviji stijenski kompleks u hidrogeološkom smislu. Taložene su kontinuirano na sedimente donjeg trijasa. Vapnenci su dobro uslojeni, a dolomiti krupnokristalasti, često izluženi i šupljikavi. Zbog tektonske aktivnosti stijenski

kompleks srednjeg trijasa je intenzivno boran i rasjednut. Posljedica toga je nastanak brojnih pukotina i pukotinskih sustava koji povećavaju sekundarnu poroznost i omogućuju značajnije nakupljanje podzemnih voda u dolomitima. Osim toga omogućuju značajnu vertikalnu komunikaciju kao i napajanje vodonosnika iz šireg zaleđa. Generalno pružanje struktura je istok-zapad. Bore su prebačene do izoklinalne sa sjevernim vergencijama (Urumović i dr., 2009).

Na ovom području u postkrednom periodu nastupa emerzija koja traje do srednjeg miocena. Nakon tog razdoblja započinje taloženje riječnih i jezerskih, a zatim i marinskih sedimenata praćenih vulkanskom aktivnošću. Tijekom srednjeg i gornjeg miocena nastaju brečokonglomerati, gline, pješčenjaci, laporoviti vapnenci i lapori. Najprije su taloženi brečokonglomerati i konglomerati slabo vezani pjeskovitim matriksom ili šljunci. Na njih slijede nepravilne izmjene pijeska, šljunka, siltova, glina i rjeđe pješčenjaka, mjestimice s proslojcima i lećama tufova i tufita, koji zatim prelaze u slabo do dobro vezane litotamnijske vapnence. Na prijelazu u sarmat sve više se pojavljuju masivni, tankouslojeni do laminirani pjeskoviti lapori. Sarmatski sedimenti predstavljeni su tankouslojenim i laminiranim laporima, pješčenjacima i laporovitim vapnencima s uloščima glina, pijesaka i šljunaka. Na njih kontinuirano slijede panonski sedimenti koji se sastoje od tankopločastih laporovitih vapnenaca i vapnenih lapora koji postepeno prelaze u slabo uslojene lapore, udio glinovite i pjeskovite komponente se povećava, a vapnenih lapora je sve manje.

U razdoblju pliocena talože se glinoviti i pjeskoviti lapori, gline i pijesci. Sedimenti gornjeg ponta kontinuirano su taloženi na gornjopanonske naslage bez bitnih litoloških promjena. Ovaj kompleks se sastoji od izmjene glinovitih, siltno-pjeskovitih i manje vapnenih lapora s uloščima pijesaka, lapori su uglavnom neuslojeni ili slabo uslojeni u izmjeni s pijescima. Gornji pont predstavljen je naslagama nevezanih ili slabo vezanih pijesaka, pjeskovitih i glinovitih lapora s proslojcima pješčenjaka i ponegdje laporovitih vapnenaca.

Na geološkom zemljovidu (Slika 3-2.) vidljivo je da su sve opisane stijene koje uvjetuju pojavljivanje izvorišta Toplica intenzivno borane i razlomljene rasjedima.



Slika 3-2. Geološki zemljovid područja (Hlevnjak & Duić, 2015).

3.3. Hidrogeooške značajke istraživanog područja

Temeljno gorje koje izgrađuje rubne predjele sjevernih padina Papuka izgrađeno je od paleozojskih metamorfnih škriljavaca. Na njima su taloženi vapnenci i dolomiti trijasa. Pokrov ovih stijena čine miocenske naslage koje su većinom predstavljene različitim varijetetima lapora, od vapnenih lapora i laporovitih vapnenaca do glinovitih lapora i laporovitih glina. Glavna karakteristika ovog kompleksa je poremećenost uslijed tektonike, strukture su intenzivno borane i zahvaćene rasjedima pa im je prividna debljina mjestimice reducirana, a mjestimice povećana.

Na temelju registrirane strukture naslaga i vodnih pojava, odnosno zona poniranja vode u gorju Papuka i tragova izviranja na rubnim dijelovima sjevernih padina pretpostavlja se pojava vodonosnika u vapnenačkim naslagama miocena. Na temeljno gorje taložene su tortonske naslage uglavnom predstavljene litotamnijskim vapnencem koji ima važnu ulogu dreniranja vode iz pukotinskih sustava temeljnog gorja. U slučaju da su litotamnijski vapnenci izloženi površini lako se troše i stvaraju manje vrtače u kojima ponire voda. Slijede sarmatske naslage koje sadrže pretaložene tortonske naslage i tanko uslojene ispucale vapnence koji su također povoljni za stvaranje vodonosne sredine. Na njih se talože croatica naslage koje su pretežno laporovitog razvoja, no mjestimično mogu biti vapnenog razvoja gdje se opaža okršavanje.

Ovakve naslage su vrlo heterogene i mjestimično prelaze u laporovite i glinovite naslage pa je stvaranje vodonosnika moguće samo u slučaju da je ostvareno regionalno komuniciranje podzemnih voda pukotinskim sustavima. Također, bitan faktor za stvaranje vodonosnika je pojava nepropusnih ili slabopropusnih naslaga koje bi stvarale uspor podzemne vode. U ovom slučaju značajan uspor mogu predstavljati banatica naslage koje su uglavnom laporovitog sastava, a slijede na croatica naslagama.

Preliminarna istraživanja potencijalnih izvora vodoopskrbe provedena u okviru daljnjih istraživanja (Urumović & Hlevnjak, 1990) dovela su do opravdane pretpostavke da u vapnenačkim naslagama miocena i općenito rubnim predjelima gorja Papuka i Krndije postoje zanimljive akumulacije podzemnih voda. Njihova posebna pogodnost je u vrlo povoljnoj kvaliteti vode, mogućnosti korištenja u sušnim razdobljima, povoljnim uvjetima za zaštitu podzemnih voda i relativno visok hipsometrijski položaj u odnosu na mjesto

potrošnje. Posebno je zanimljivo istaknuti da se za pojedine predjele mogu očekivati uvjeti u kojima je ostvariva veza miocenskih prigorskih vodonosnika s gorskim vodonosnikom izgrađenim od trijaskih karbonatnih naslaga, što bi uz povoljnu lokaciju zahvata omogućilo povećanje crpnih količina (Urumović & Hlevnjak, 1997).

Postojanje prigorskih vodonosnika isprva je pretpostavljeno na temelju analize geološke građe područja, hidrogeoloških anomalija, te analogijom s terenima sličnih hidrogeoloških uvjeta, a zatim i potvrđeno istraživačkim bušenjem u dolini potoka Svinjčina, na lokaciji Toplica na temelju kojeg je izrađen profil vodonosnika.

Izvedbom zdenca koji kaptira vodonosnik relativno dubokog zalijeganja, omogućeno je zahvaćanje značajnijih količina podzemne vode. Na ovaj način omogućeno dreniranje vodonosnika i u sušnom razdoblju, no raspoloživa količina vode uvjetovana je lokalnom transmisivnošću vodonosnika i karakteristikama zdenca, te uskladištenim zalihama i dinamikom napajanja vodonosnika u kišnom razdoblju.

Vodonosnik na lokaciji crpilišta Toplica izgrađen je od vapnenaca i laporovitih vapnenaca. Stijene su tektonski poremećene i ispucale, a duž pukotina je napredovalo okršavanje. Krovinu vodonosnika čine lapori i laporovite gline koje omogućuju uspor podzemnih voda, time i formiranje vodonosnika. Osim toga ove naslage su slabopropusne do nepropusne i predstavljaju odličnu barijeru površinskim onečišćenjima. Pripovršinski, krovinu vodonosnika na području doline potoka čini gruboklastični proluvijalni i aluvijalni materijal, dok su sjeverniji, viši dijelovi prekriveni debelim trošnim humusom. Oba pokrova omogućuju dobro napajanje podzemnih voda što dokazuje pojava malih vrtača na brdu Kapetanuša koje su i nakon obilnih kiša suhe. U prirodnim uvjetima u dolini potoka se vodonosnik prazni, a visok hipsometrijski položaj ovih izlaza objašnjava visoke tlakove na istraživačkim bušotinama.

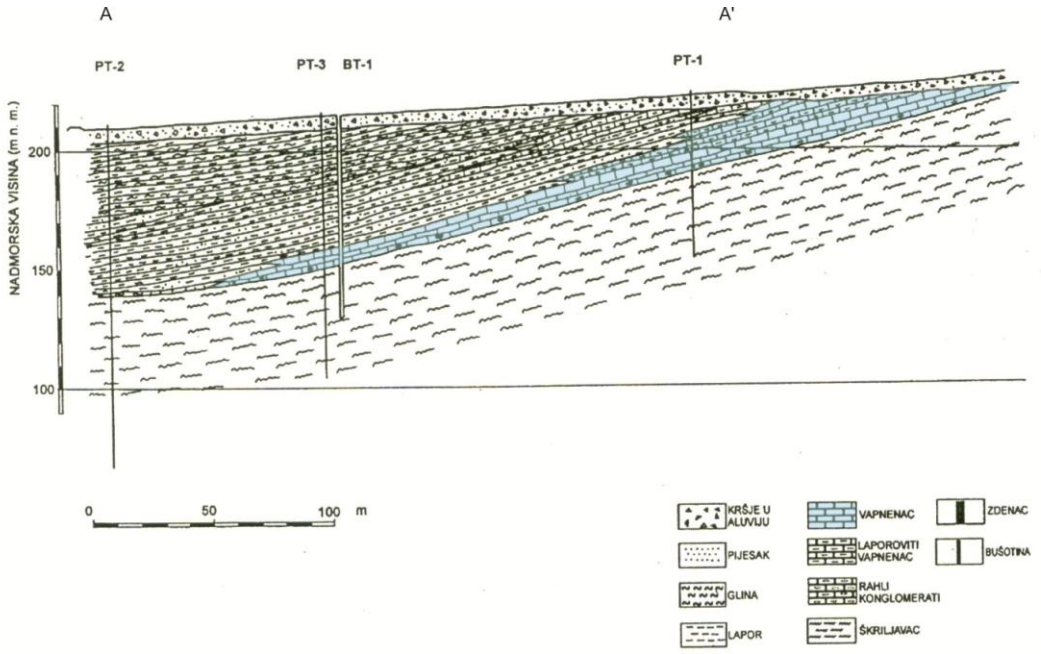
4. Postojeći zahvat vode na lokaciji crpilišta Toplica

1990. godine na području crpilišta Toplica istraživačkim radovima utvrđeno je postojanje prigorskog vodonosnika koji bi bio pogodan za zahvat vode u svrhu vodoopskrbe Orahovice. Istraživački radovi obuhvaćali su snimanje hidrogeoloških pojava na terenu, geofizička istraživanja, izvedbu triju istraživačkih bušotina i jednog pokusno-eksploatacijskog zdenca, provedbu pokusnog crpljenja, te interpretaciju rezultata istraživanja.

Vodonosnik je u bušotini PT-1 nabušen na dubini od oko 29 m (prilog 1/1), a u bušotini PT-2 na oko 99 m (prilog 1/2). Treća bušotina PT-3 postavljena je između prethodne dvije kako bi se odredila najpovoljnija lokacija i profil pokusno-eksploatacijskog zdenca. Rezultati bušotine PT-3 (prilog 1/3) bili su gotovo identični rezultatima bušotine PT-1. Na lokaciji bušotine PT-3 vodonosnik zaliježe nešto dublje, a površina terena je niža, te je zbog višeg tlaka na ušću bušotine izdašnost slobodnog preljeva veća pa se ova lokacija pokazala kao najpovoljnija za izradu zdenca BT-1.

Pokusno-eksploatacijski zdenac BT-1 zahvaća podzemne vode iz karbonatnih naslaga srednjeg miocena na oko 60 do 70 m dubine. Nalazi se na brdskoj dolini potoka Svinjčina koji između brda Rudašica i Kapetanuša ulazi u dolinu potoka Toplica (Hlevnjak & Duić, 2015).

Zdenac BT-1 nalazi se na 7,25 m udaljenosti od bušotine PT-3 u smjeru bušotine PT-1 (Slika 4-1.). Ukupna dubina zdenca iznosi 85,00 m. Bušenje se izvodilo direktnom metodom uz ispiranje bentonitnom isplakom do gornje granice vodonosnika, odnosno dubine od 56,50 m nakon čega je bušenje nastavljeno udarnom metodom pomoću čekića uz ispiranje vodom pomoću air-lifta do konačne dubine od 85,00 m. Vodonosnik se nalazi na intervalu 56,50-76,60 m gdje je ugrađena "teleskopska" konstrukcija s mostičavim sitom promjera 200 mm. U zdenac je ugrađena električna crpka kapaciteta oko 6 l/s, te je provedeno pokusno crpljenje u dva dijela. Prvo se crpilo stalnom količinom, a zatim je provedeno crpljenje u koracima. Cilj pokusnog crpljenja bio je određivanje lokalnih parametara vodonosnika (Tablica 4-1.) i parametara zdenca (Tablica 4-2.). Maksimalna crpna količina utvrđena je kao iznos od 4 l/s.



Slika 4-1. Litološki profil A-A' prigorskog vodonosnikana lokaciji crpilišta Toplica s ucrtanim položajem istražnih bušotina i zdenca BT-1 (Hlevnjak & Duić, 2015), položaj profila vidljiv je na slici 5-1. u idućem poglavlju.

Tablica 4-1. Vrijednosti parametara prigorskog vodonosnika prema interpretaciji pokusnog crpljenja zdenca BT-1 na crpilištu Toplica (Urumović & Hlevnjak 1997).

	Transmisivnost, T (m^2/dan)	Koeficijent uskladištenja, S
Rezultati interpretacije	11-22	$6 \cdot 10^{-5}$ - $5 \cdot 10^{-3}$
Usvojene vrijednosti	17	

Tablica 4-2. Parametri zdenca BT-1 na crpilištu Toplica (Urumović & Hevnjak, 1997).

Zdenac	Parametar linearnih gubitaka nakon 60 min crpljenja B (s/m^2)	Parametar nelinearnih gubitaka	
		n	C (s^2/m^5)
BT-1	4280	2	$3 \cdot 10^5$

5. Izvedba zdenca ZT-2

5.1. Zamisao zahvata

Položaj zdenca ZT-2 definiran je raspoloživim prostorom na crpilištu Toplica. Smješten je 8,50 m sjeverno od starog zdenca (prilog 2). Radovi na izvedbi zdenca provedeni su krajem 2014. i početkom 2015. godine, a provodila ih je tvrtka Drill Co. iz Zagreba (Hlevnjak & Duić, 2015).

5.2. Bušenje zdenca

Bušenje je provedeno kombiniranom metodom bušenja. Do dubine 10,00 m bušeno je žrvanjskim dlijetom promjera 530 mm uz ispiranje čistom vodom. U bušotinu je ugrađena i cementirana uvodna cijev promjera 446 mm. Po stvrdnjavanju cementa bušenje je nastavljeno istim dlijetom promjera 320 mm uz ispiranje čistom vodom, do dubine 53,00 m. Ugrađena je i cementirana druga uvodna cijev promjera 273/262,6 mm. Po stvrdnjavanju cementa bušenje je nastavljeno direktnom metodom uz korištenje žrvanjskog dlijeta do dubine 60,00 m, a dalje čekića promjera 250 mm do dubine 94,00 m, uz ispiranje zrakom (Hlevnjak & Duić, 2015). Zbog vrlo male udaljenosti od starog zdenca nije bilo potrebno pratiti promjene u litološkom sastavu jer se može s velikom sigurnošću pretpostaviti da je redoslijed naslaga jednak. Određena je granica na 44 m dubine do koje seže uvodno zacjevljenje koje je cementirano, te granica na 59 m koja označava granicu između pune cijevi i sita. Detaljni tehnički i litološki profil zdenca skiciran je u prilogu 3.

5.2.1. Kombinirana metoda bušenja

Za bušenje zdenca ZT-2 korištena je kombinirana metoda bušenja. Odabrana je ova metoda jer se buši zdenac u čvrstoj stijeni, u vodonosniku koji je pod tlakom iznad površine terena. Sastoji se od direktnog rotacijskog i udarnog bušenja. Koristi se postrojenje za rotacijsko bušenje (Slika 5-1.) , a na pribor se kao dlijeto postavlja pneumatski čekić. Nedostatak ove metode je bušenje relativno malih promjera (do 400 mm) što je u ovom slučaju bilo sasvim dovoljno.

Prvi dio bušenja izveden je direktnom rotacijskom metodom pomoću žrvanjskih dlijeta (Slika 5-2.) različitih promjera uz ispiranje čistom vodom. Napredak bušenja ostvaruje se

rotacijom pribora s dlijetom na dnu, a ispiranje se provodi isplačnom tekućinom, u ovom slučaju čistom vodom (Slika 5-3.), koja se utiskuje kroz pribor, a nabušeni materijal se iznosi između pribora i stijenki bušotine (Zelenika, 1995). Na ovaj način nabušeno je 60 m zdenca nakon čega se bušenje nastavlja udarnom metodom. Rotacijska metoda je u ovom intervalu bila pogodnija jer se ovdje nalaze gline, pijesci, siltovi te glinoviti do vapneni lapori.

Bušenje se nastavlja udarnom metodom pomoću čekića (Slika 5-4.) sve do konačne dubine od 94 m. Bušenje udarnom metodom provedeno je kroz čvrste vapnenačke i dolomitne stijene vodonosnika i metamorfne stijene u podini jer ova metoda u čvrstim stijenama ostvaruje brži napredak i ne zapunjava pukotine u pribušotinskoj zoni. Za ispiranje i pogon čekića koristi se zrak koji se utiskuje kroz pribor pomoću kompresora.



Slika 5-1. Bušaća garnitura.



Slika 5-2. Žrvanjsko dlijeto korišteno u prvom dijelu bušenja.



Slika 5-3. Isplačni bazen.



Slika 5-4. Čekić korišten u drugom dijelu bušenja.

5.3. Ugradnja konstrukcije zdenca

Promjer sita i punih eksploatacijskih cijevi iznosi 200 mm. Ugrađeno je mostičavo sito otvora 2 mm (Slika 5-5.). Pune cijevi i sito ugrađivani su teleskopski na uvodno zacjevljenje (Slika 5-6.). Pune cijevi su ugrađene u interval 44,00 – 59,00 m dubine. Sito je postavljeno u interval 59,00 – 91,00 m nakon čega je ugrađen taložnik u interval 91,00 – 94,00 m koji je ravno zatvoren na dnu.



Slika 5-5. Mostičavo sito veličine otvora 2 mm.



Slika 5-6. Ugradnja sita.

5.4. Osvajanje zdenca

Osvajanje zdenca provedeno je pomoću air-lifta i crpke. Zračne cijevi za otvoreni air-lift početno su postavljene na 47,50 m dubine te se osvajanje provodilo uz kontinuirani rad kompresora s postupnim povećanjem dubine urona air-lifta do taložnika. Nakon što su zračne cijevi air-lifta došle do taložnika započelo je tzv. "šutiranje", odnosno air-lift s promjenjivim radom kompresora. Osvajanje zdenca završeno je pomoću crpke sve do pojave bistre vode.

5.5. Pokusno crpljenje

Pokusno crpljenje na zdencu ZT-2 započelo je 14.3.2015. u 9:30 sati. Planirano je prvo crpljenje u koracima s vremenskim intervalima od 60 minuta, a zatim crpljenje stalnom količinom. Crpljenje u koracima poslužilo je za određivanje hidrauličkih parametara zdenca, dok se na temelju mjerenja sniženja prilikom crpljenja stalnom količinom određuju lokalni parametri vodonosnika. Crpljenje je započelo crpnom količinom Q_1=1,3 l/s, nakon 30 minuta crpljenje je prekinuto zbog nestanka električne energije. Ovaj dio je u daljnjoj računici zanemaren. Nastavlja se u 10:20 sati crpljenjem u tri koraka s postupnim povećanjem crpne količine Q_2=1,4 l/s, Q_3=3 l/s i Q_4=5,8 l/s nakon čega je izvršeno mjerenje povratnog sniženja pri Q_5=0 l/s. Nakon 2 sata i 40 minuta u 16:00 sati istog dana nastavljeno je crpljenje „stalnom" količinom od 3,38 l/s koja se zbog karakteristika crpke postupno snižavala do konačnih 2,39 l/s. Crpljenje stalnom količinom provodilo se do 16.3.2015. u 13 sati. Povratno sniženje nakon prestanka crpljenja mjereno je do 15 sati istoga dana. Dnevnik pokusnog crpljenja nalazi se u prilogu 4.

6. Parametri vodonosnika i zdenca ZT-2

6.1. Lokalni parametri vodonosnika

Lokalni parametri vodonosnika određeni su na temelju mjerenja sniženja u zdencu ZT-2 dok je zdenac BT-1 poslužio kao opažački zdenac. Za izračun su korišteni podaci mjerenja prvog koraka crpljenja u koracima Q=1,4 l/s i crpljenja stalnom količinom koja je zbog karakteristika crpke s početnih Q=3,38 l/s opadala do Q=2,39 l/s. S obzirom na to da je započeto crpljenje s Q=3,38 l/s, a s Q=2,55 l/s je crpljeno u najduljem intervalu (11 sati i 46 min) ovi podaci su korišteni za izračunavanje transmisivnosti (T), a time i koeficijenta uskladištenja (S). Za izračun je korištena Cooper-Jacobova polulogaritamska nestacionarna metoda(Cooper & Jacob, 1946). Ako za jedan logaritamski ciklus vremena (t_2=10t_1) prirast sniženja iznosi Δs onda se transmisivnost može izraziti kao:

$$T = \frac{0{,}183Q}{\Delta s} \tag{6-1}$$

A koeficijent uskladištenja vodonosnika kao:

$$S = \frac{2{,}25Tt_0}{R_p^2} \tag{6-2}$$

Gdje je:

T – transmisivnost vodonosnika [m^2/s]

Q – izdašnost zdenca za vrijeme kroz koje se koriste podaci sniženja [m^3/s]

Δs – prirast sniženja za vrijeme jednog logaritamskog ciklusa [m]

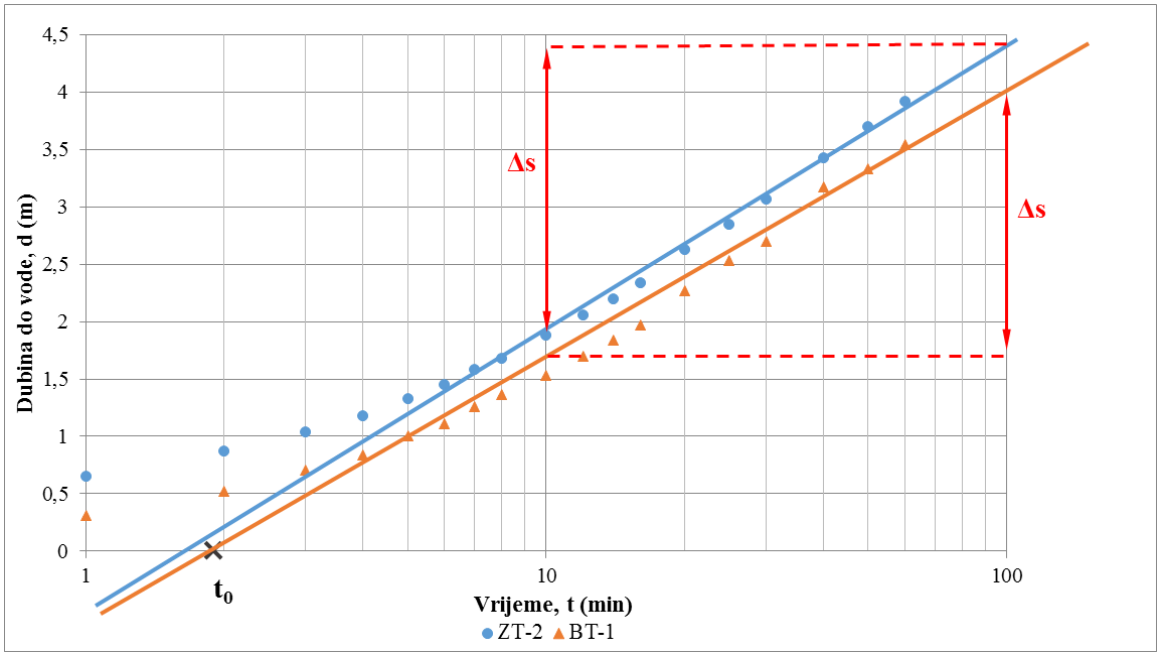
S – koeficijent uskladištenja vodonosnika [-]

t_0 – presjecište projiciranog pravca za opažački zdenac s nultim sniženjem [s]

R_p – udaljenost opažačkog zdenca od crpljenog zdenca [m]

Graf (Slika 6-1.) prikazuje odnos vrijeme-sniženje za prvi korak crpljenja sa crpnom količinom Q=1,4 l/s. S grafa su očitane vrijednosti prirasta sniženja u zdencu Δs_{ZT-2}=2,5 m i u opažačkom zdencu Δs_{BT-1}=2,3 m. Uvrštavanjem ovih podataka u formulu (6-1) dobivena je vrijednost transmisivnosti T_{ZT-2}=8,8 m^2/dan i T_{BT-1}=9,6 m^2/dan. Srednja vrijednost dobivene dvije transmisivnosti iznosi T=9,2 m^2/dan. Vrijednost t_0 također je očitana iz grafa na presjecištu projiciranog pravca opažačkog zdenca BT-1 s ordinatom,

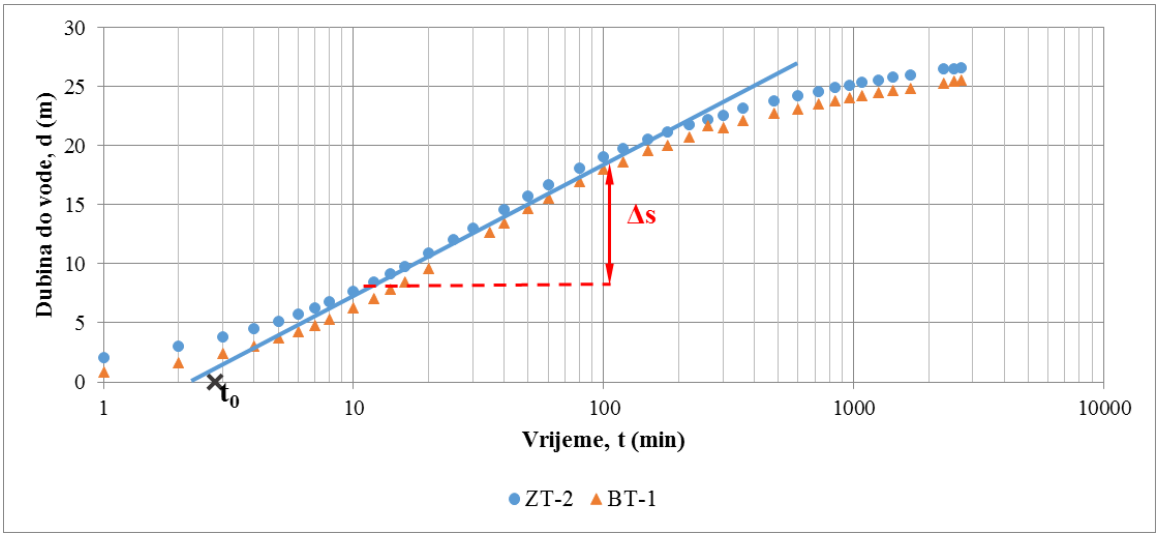
odnosno nultim sniženjem i iznosi 114 s. Pomoću formule (6-2) dobivena je vrijednost koeficijenta uskladištenja $S=3,8*10^{-4}$.



Slika 6-1. Polulogaritamski dijagram vrijeme-sniženje za prvu crpnu količinu pri pokusnom crpljenju zdenca ZT-2 s mjerenjima sniženja razine vode u zdencu ZT-2 i opažačkom zdencu BT-1.

Graf (Slika 6-2.) prikazuje odnos vrijeme-sniženje za crpljenje sa "stalnom" količinom koja je zbog značajki crpke s vremenom opadala. Crpljenje je započeto s Q=3,38 l/s i opadalo je do Q=2,39 l/s. U proračunu su korištene crpne količine Q_1=3,38 l/s i Q_2=2,55 l/s. Iz grafa je očitan prirast sniženja Δs=11 m i vrijednost t_0=168 s. Pomoću formule (6-1) dobivene su transmisivnosti T_1=4,86 m^2/dan i T_2=3,67 m^2/dan. Srednja vrijednost dvije transmisivnosti iznosi T=4,26 m^2/dan. Uvrštavanjem podataka u formulu (6-2) dobiven je koeficijent uskladištenja $S=2,58*10^{-4}$. Debljina vodonosnika procijenjena je na temelju načinjenog litološkog profila vodonosnika (Slika 4-1.) i iznosi b=15 m. Na temelju tih podataka hidraulička vodljivost K (m/dan) može se izračunati pomoću izraza:

$$K = \frac{T}{b} \qquad (6\text{-}3)$$



Slika 6-2. Polulogaritamski dijagram vrijeme-sniženje za crpljenje "stalnom" količinom pri pokusnom crpljenju zdenca ZT-2 s mjerenjima sniženja razine vode u zdencu ZT-2 i opažačkom zdencu BT-1.

U tablici 6-1. su dane vrijednosti parametara vodonosnika dobivene pokusnim crpljenjem sa stalnom količinom. S obzirom na to da su razlike u transmisivnosti relativno velike, vrijednost transmisivnosti moguće je izraziti intervalom T=5-7 m^2/dan. Uvrštavanjem ovih vrijednosti u formulu (6-3) hidrauličku vodljivost možemo izraziti intervalom K=0,3-0,5 m/dan.

Tablica 6-1. Vrijednosti lokalnih parametara vodonosnika.

	Transmisivnost, T (m^2/dan)	Koeficijent uskladištenja, S (-)	Hidraulička vodljivost, K (m/dan)
Korak crpljenja Q=1,4 l/s	9,2	$3,78*10^{-4}$	
Crpljenje „stalnom" količinom Q_1=3,38 l/s, Q_2=2,55 l/s	4,26	$2,58*10^{-4}$	
Srednja vrijednost	6,73	$3*10^{-4}$	0,45

6.2. Parametri zdenca ZT-2

Parametri zdenca definirani su parametrima linearnih gubitaka u vodonosniku i nelinearnih gubitaka na zdenačkom zacjevljenju. Parametri su određeni na temelju pokusnog crpljenja u koracima. Mjereno je sniženje u zdencu ZT-2 i opažačkom zdencu BT-1 pri crpljenju u šest koraka s crpnim količinama Q_1=1,4 l/s, Q_2=3 l/s, Q_3=5,8 l/s, Q_4=0 l/s, Q_5=2,5 l/s i Q_6=0 l/s. Ukupno sniženje u zdencu izraženo linearnim gubicima u vodonosniku i nelinearnim gubicima na rubu konstrukcije zdenca može se izraziti odnosom:

$$s = BQ + CQ^2 \tag{6-3}$$

Gdje je:

s – ukupno sniženje u zdencu [m]

B – parametar linearnih gubitaka u vodonosniku [s/m^2]

Q – crpna količina [m^3/s]

C – parametar nelinarnih gubitaka na zdenačkom zacjevljenju [s^2/m^5]

S obzirom na to da se radi o crpljenju u koracima, može se postaviti relacija po kojoj je za svaki korak „*i*“ crpljenja:

$$s_i = BQ_i + CQ_i^2 \tag{6-5}$$

Razlika između svaka dva uzastopna koraka u pokusnom crpljenu tada se može izraziti jednadžbom:

$$\frac{\delta s_i}{\delta Q_i} = B + C\frac{Q_i^2 - Q_{i-1}^2}{\delta Q_i} \tag{6-6}$$

Gdje je:

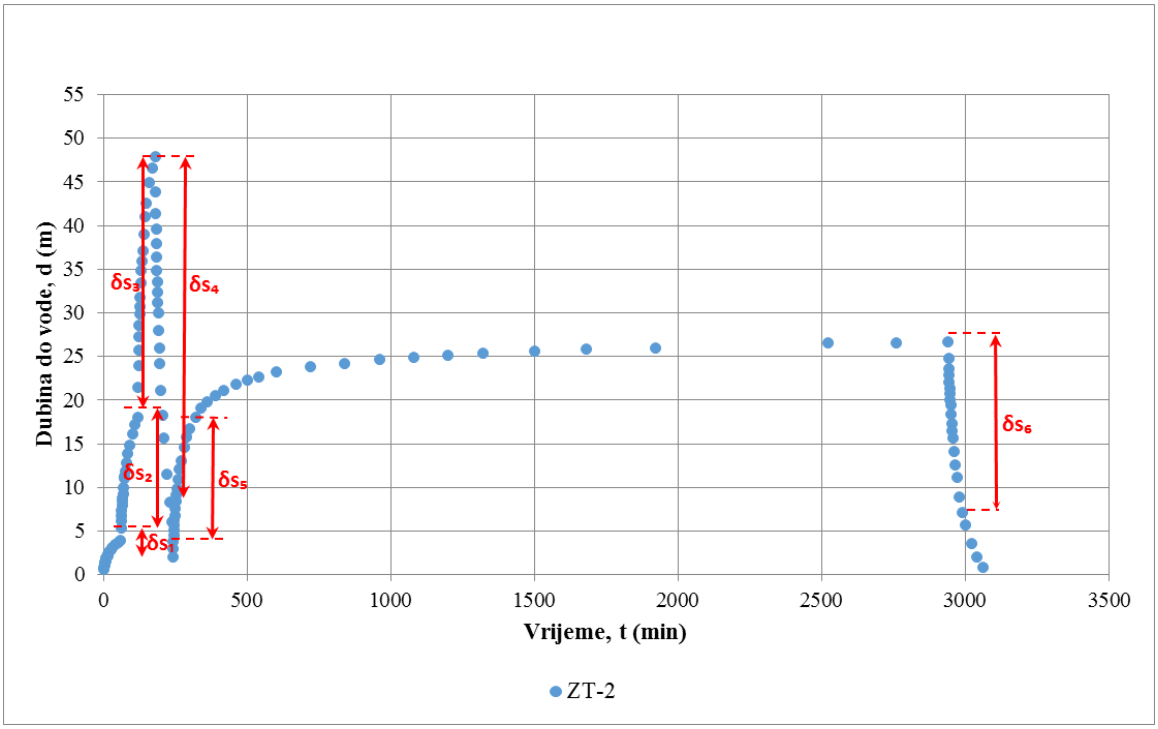
$\delta s_i = s_i - s_{i-1}$ – razlika sniženja između dva susjedna koraka u crpljenju

$\delta Q_i = Q_i - Q_{i-1}$ – razlika izdašnosti između dva susjedna koraka u crpljenju

$\delta s_i / \delta Q_i$ – ekvivalentno specifično sniženje

$\frac{Q_i^2 - Q_{i-1}^2}{\delta Q_i} = Q_q$ – ekvivalentna izdašnost između pojedinih koraka u pokusnom crpljenju

Zadnja jednadžba zapravo predstavlja linearni oblik osnovne jednadžbe preuređene u oblik koji ne predstavlja funkcionalnu svezu između sniženja i stvarne crpne količine, nego između „ekvivalentnog specifičnog sniženja“ i „ekvivalentne izdašnosti“ pri kojoj je računskom operacijom potenciran utjecaj onog prirasta crpnih količina pri kojima je snažniji utjecaj nelinearnih gubitaka. Slika 6-3. prikazuje kolebanje razine vode i prirast sniženja (δs) tijekom pokusnog crpljenja u koracima.



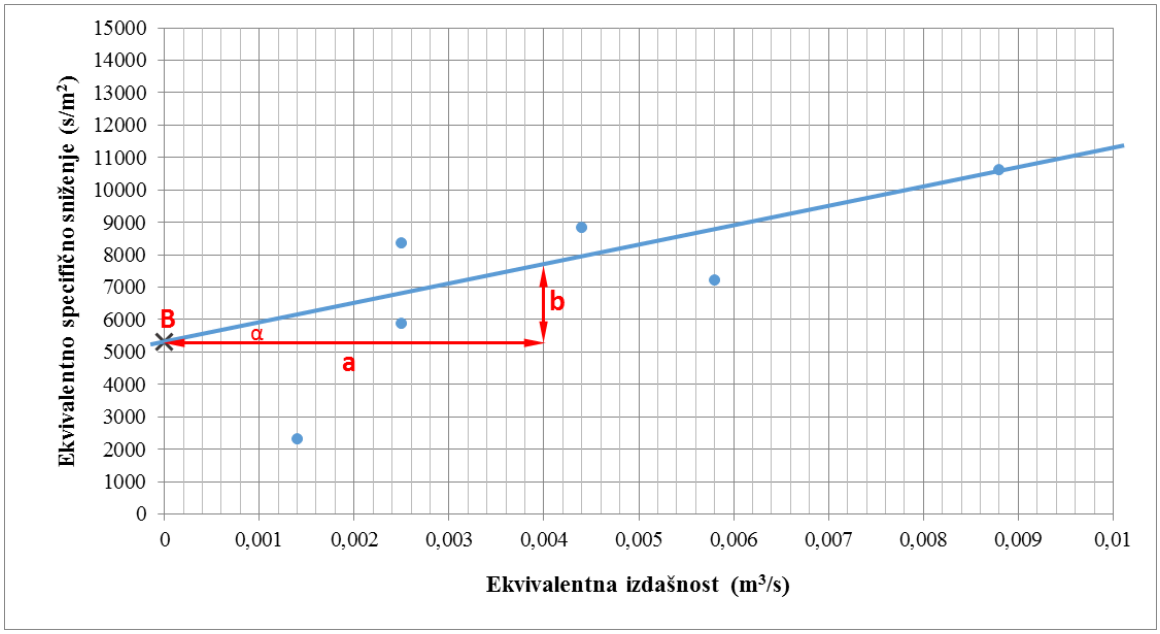
Slika 6-3. Dijagram kolebanja razine vode i prirasti sniženja (δs) pri pokusnom crpljenju u koracima.

U tablici 6-2. nalaze se prirasti sniženja razine vode u crpljenom zdencu koji su nastali u intervalu od 60 minuta nakon svake promjene crpne količine. Na temelju tih podataka izračunati su iznosi ekvivalentnog specifičnog sniženja i ekvivalentne izdašnosti.

Tablica 6-2. Podaci pokusnog crpljenja u koracima.

korak "i"	Crpna količina Q (m^3/s)	Porast crpne količine δQ (m^3/s)	Prirast sniženja δs (m)	Ekvivalentna izdašnost (m^3/s)	Ekvivalentno specifično sniženje (s/m^2)
0	0	0	0		
1.	0,0014	0,0014	3,27	0,0014	2335,7
2.	0,003	0,0016	14,14	0,0044	8837,5
3.	0,0058	0,0028	29,77	0,0088	10632,1
4.	0	0,0058	-41,83	0,0058	7212,1
5.	0,0025	0,0025	14,68	0,0025	5872,0
6.	0	0,0025	-20,94	0,0025	8376,0

Vrijednosti pojedinih ekvivalentnih specifičnih sniženja i pripadajuće ekvivalentne izdašnosti zdenca iz tablice prikazane su na dijagramu (Slika 6-4.). Dobivene točke aproksimirane su pravcem koji presijeca ordinatu u točki B=5300 s/m^2 koja predstavlja linearne gubitke u vodonosniku, dok nagib tog pravca, odnosno tangens kuta α između pravca i apscise dijagrama predstavljaju vrijednost nelinearnih gubitaka na zdenačkom zacjevljenju C=6*10^5 s^2/m^5.



Slika 6-4. Grafička analiza ekvivalentnog specifičnog sniženja i ekvivalentne izdašnosti zdenca ZT-2 prema podacima iz tablice 6-2.

Linearni gubici predstavljaju razvoj depresije u vodonosniku do efektivnog polumjera izvedenog zdenca i time izražavaju kakvoću njegove izvedbe. Efektivni polumjer zdenca je definiran kao radijalna udaljenost od osi zdenca u kojem je teoretsko sniženje jednako stvarnom sniženju u zoni filtra (Jacob, 1946). Dobro načinjen i osvojen zdenac je onaj kojemu je efektivni polumjer zdenca reda veličine stvarnog polumjera bušotine zdenca. Pri određivanju efektivnog polumjera zdenca linearni gubici (B) predstavljaju specifično sniženje na mjestu zamišljenog efektivnog polumjera savršeno napravljenog zdenca R_z nakon 60 minuta crpljenja. Efektivni polumjer zdenca s ovim pretpostavkama izračunava se pomoću izraza:

$$R_z = \sqrt{\frac{2{,}25Tt_i}{S \cdot e^{(4\pi BT)}}} \tag{6-7}$$

Gdje je:

T – transmisivnost (m^2/s)	$T=7{,}79*10^{-5}$ m^2/s
t_i – vrijeme za koje vrijedi parametar B (s)	$t_i=3600$ s
B – linearni gubici zdenca za vrijeme od 60 min (s/m^2)	$B=5300$ s/m^2
S – koeficijent uskladištenja zdenca (-)	$S=3{,}18*10^{-4}$
R_z – efektivni polumjer zdenca (m)	$R_z=3{,}3$ m

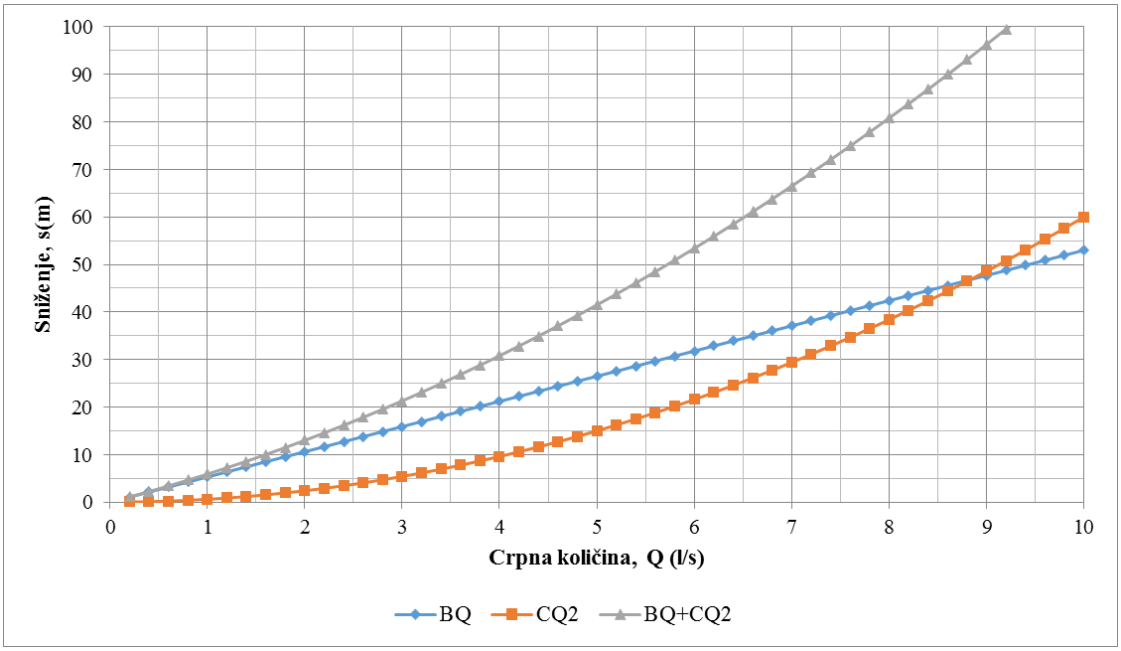
Relativno velik efektivni polumjer zdenca ukazuje na kvalitetno i uspješno osvajanje zdenca. Svi parametri zdenca ZT-2 dobiveni pokusnim crpljenjem prikazani su u tablici 6-3.

Tablica 6-3. Parametri zdenca ZT-2

Lokalna transmisvnostvodonosnika	Hidraulička vodljivost	Efektivni polumjer zdenca	Parametar linearnih gubitaka nakon 60 min crpljenja	Parametar nelinearnih gubitaka
T (m^2/dan)	K (m/dan)	R_z (m)	B (s/m^2)	C (s^2/m^5)
5-7	0,3-0,5	3,3	5300	$6*10^5$

6.3. Izdašnost zdenca i položaj crpke

Izdašnost zdenca u funkciji sniženja izražena je jednadžbom (6-4). Za crpljenje u trajanju od 60 minuta mogu se koristiti vrijednosti parametara B i C navedeni u tablici 6-3. Ukupno sniženje u funkciji crpne količine Q, te linearni (BQ) i nelinearni (CQ^2) gubici prikazani su na slici 6-5.



Slika 6-5. Dijagram s=f(Q) i pojedine vrste gubitaka za crpljenje zdenca ZT-2 u trajanju od jednog sata.

Maksimalna izdašnost zdenca može se pobliže odrediti na temelju navedenih parametara zdenca, a prema iskustvenim zapažanjima i literaturnim navodima kao odnos:

$$Q_{max} \cong \frac{\sqrt{B^2 + 80C} - B}{2C} \tag{6-8}$$

Pomoću formule (6-8) dobivena je vrijednost $Q_{max} \approx 3{,}75$ l/s. Rezultati analize pokusnog crpljenja zdenca ZT-2 vrlo su bliski rezultatima dobivenim pri izvedbi zdenca BT-1. Na temelju svih dobivenih podataka može se zaključiti da izdašnost zdenca ZT-2 pri dugotrajnom crpljenju može biti 3,5 l/s. Crpljenje će uzrokovati nešto veće sniženje razine podzemne vode uz sezonska kolebanja.

Prema dosadašnjim iskustvima o radu zdenca na crpilištu Toplica, usis crpke preporučuje se postaviti na dubinu od 43 m ispod razine tla (Hlevnjak & Duić, 2015).

7. Kakvoća podzemne vode

Kakvoća podzemne vode bila je važan kriterij za odluku o istraživanju prigorskog vodonosnika, kao i za izbor lokacije Toplica za izgradnju crpilišta. Pretpostavka o vrlo povoljnoj kakvoći podzemne vode postojala je već tijekom prvih istraživanja, a nalazi su potvrđeni i tijekom eksploatacije.

U tablici 7-1. su prikazane vrijednosti MDK (NN 125/13, 141/13) i rezultati analize iz razdoblja 1989.-1990. načinjene pri izvedbi starog zdenca BT-1, analize iz 2009. godine. kada je izrađen prvi elaborat o zaštitnim zonama izvorišta Toplica, te analiza vode u zdencu ZT-2. Prilog 5 sadržava detaljnu analizu kakvoće podzemne vode koja je napravljena nakon pokusnog crpljenja zdenca ZT-2. Sirova voda iz zdenca uzorkovana je 16.3.2015. godine, a analizu je provela Služba za zdravstvenu ekologiju (Odjel za kontrolu zdravstvene ispravnosti voda i vodoopskrbu) u sklopu Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo.

Prije se koncentracija nitrata izražavala u mg/l N i MDK je iznosio 10 mg/l N. Danas se izražava u mg/l NO_3^- i MDK iznosi 50 mg/l NO_3^-. Iz tog razloga su podaci iz 1990. godine preračunati kako bi se uskladili sa današnjim načinom izražavanja.

Općenito, u svim analizama svi sastojci u vodi crpilišta Toplica znatno su ispod graničnih vrijednosti MDK (NN 125/13, NN 141/13).

Tablica 7-1. Prikaz raspona sadržaja karakterističnih sastojaka u vodi na crpilištu Toplica (Hlevnjak & Duić, 2015)

Parametri	MDK	Rezultati analiza uzoraka vode		
		Analize iz razdoblja 1989.-1990.	Analiza iz 2009.	Analiza ZT-2
Boja (mg/l Pt/Co skale)	20	0	<1	<5
Mutnoća (°NTU)	4	0	0,3	0,74
Miris	bez	bez	bez	bez
Okus	bez	bez	bez	bez
Elektrovodljivost ($\mu S/cm^{-1}$)	2500	320-480	470	424
Utrošak $KMnO_4$ (mg O_2/l)	5	0,3-1,5	0,72	0,8
Amonijak (mg NH_4^+/l)	0,5	0-0,4	0,01	<0,01

Parametri	MDK	Rezultati analiza uzoraka vode		
		Analize iz razdoblja 1989.-1990.	Analiza iz 2009.	Analiza ZT-2
Nitriti, NO_2 (mg NO_2^-/l)	0,5	0-0,01	<0,001	<0,02
Nitrati, NO_3 (mg NO_3^-/l)	50	0-2,4	0,98	1,1
Kloridi (mg Cl^-/l)	250	10	2,3	1,7
Sulfati (mg SO_4^{2-}/l)	250	29,76	2,9	26
Ukupna tvrdoća (mg $CaCO_3$/l)		180-300	236	248
Ugllјični dioksid (mg CO_2/l)		9,19		
Otopljeni kisik (mg O_2/l)		3,33		
Fosfati (µgP/l)	300	9,7		<15
Željezo (µgFe/l)	200	0-10	<1	76,5
Mangan (µgMn/l)	50	0	9	2,9
Arsen (µgAs/l)	10	0-7	<1	1,8
Bakar (mgCu/l)	2000	8	4,6	<1
Cink (µgZn/l)	3000	14	21,3	81,1
Kadmij (µgCd/l)	5	1	<2	<1
Kalcij (mg Ca/l)		52		54,3
Natrij (mg Na/l)	200		6,46	6,7
Kalij (mg K/l)	12	0,86	0,93	1,1
Krom (µgCr/l)	50	0	<2	<2
Kobalt (µgCo/l)			<2	<2
Aluminij (µg Al/l)	200	0	<3	<3
Antimon (µgSb/l)	5		<5	<5
Barij (µgBa/l)	700		42,5	<0,1
Selen (µg Se/l)	10	0,05	<6	<6
Srebro (µgAg/l)	10		<4	<4
Magnezij (mg Mg/l)		24,5		24,2
Nikal (µg Ni/l)	20	22	<2	<2
Olovo (µgPb/l)	10	6	<3	<3
Živa (µg Hg/l)	1	0,03	<0,3	<0,3
Silikati (mg SiO_2/l)	50	15	10,8	16,5
Fenoli (µg /l)		0,8	<1	<1
Mineralna ulja	20		5,7	

8. Zaključak

Na lokaciji današnjeg crpilišta Toplica 1990. godine napravljene su tri istražne bušotine i geofizička mjerenja kojima je potvrđeno postojanje prigorskog vodonosnika u miocenskim vapnenačkim naslagama. Izbušen je zdenac BT-1 koji je 1991. godine uključen u vodoopskrbni sustav grada Orahovice. Izdašnost ovog zdenca u početku je bila 3 do 4 l/s, no s godinama je opadala na vrijednosti nešto više od 1 l/s.

S obzirom na to da se radi o crpilištu vrlo povoljnog hipsometrijskog položaja koji ne presušuje u sušnim razdobljima, s izuzetno visokom kakvoćom podzemne vode, odlučeno je na ovoj lokaciji izvesti novi zdenac.

Zdenac ZT-2 izveden je krajem 2014. i početkom 2015. godine. Smješten je 8,5 m sjeverno od postojećeg zdenca. Bušenje je izvedeno kombiniranom metodom. Do dubine od 60 m bušeno je direktnom rotacijskom metodom pomoću žrvanjskog dlijeta, a u drugom dijelu do konačne dubine od 94 m udarnom metodom pomoću čekića.

Nakon izvedbe zdenca provedeno je pokusno crpljenje. Pokusnim crpljenjem stalnom količinom dobiveni su lokalni parametri vodonosnika koji iznose:

Lokalna transmisivnost	T=5-7 m^2/dan
Koeficijent uskladištenja	S=3*10^{-4}
Hidraulička vodljivost	K=0,3-0,5 m/dan

Pokusnim crpljenjem u koracima dobiveni su parametri zdenca ZT-2 koji su definirani parametrima linearnih gubitaka vodonosnika i nelinearnih gubitaka na zdenačkom zacjevljenju koji iznose:

Linearni gubici	B=5300 s/m^2
Nelinearni gubici	C=6*10^5 s^2/m^5

Na temelju dobivenih parametara, a pomoću empirijske formule dobivena je maksimalna izdašnost zdenca od 3,5 l/s koja je vrlo slična izdašnosti starog zdenca što je i očekivano.

9. Literatura:

COOPER, H.H., JACOB, C.E. (1946): A generalized graphical method for evaluating formation constants and summarizing well field history. Transactions American Geophysical Union 27, str. 526-534.

ČULINOVIĆ, D. (2015): Izrada istraživačko-ekspolatacijskog zdenca na crpilištu Orahovica. Izvješće. Dril Co. Zagreb.

HLEVNJAK B., DUIĆ Ž. (2015): Vodoopskrbni sustav Orahovice: Crpilište Toplica, izvedba istraživačkog zdenca ZT-2. Stručna studija. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

JACOB, C. A. (1946): Radial flow in a leaky artesian aquifer. Transactions American Geophysical Union 27, str. 198-205.

JAMIČIĆ, D., BRKIĆ, M., CRNKO, J., VRAGOVIĆ, M. (1986): Osnovna geološka karta M 1:100.000, Tumač za list Orahovica. Beograd: Savezni geološki zavod.

KOCH, G. A. (1906): Das erweiterte project der neuen hochquellentung für die konigliche freistadt Essek.

Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode koja služi za javnu opskrbu stanovništva kao voda za piće ili za proizvodnju živežnih namirnica namijenjenih prodaji (Sl. list 9/80, 14/80, 14/85)

Pravilnik o izmjenama pravilnika o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 141/13)

Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/13).

URUMOVIĆ, K., HLEVNJAK, B. (1990): Hidrogeološka studija općine Orahovica. Stručna studija. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

URUMOVIĆ, K., HLEVNJAK, B. (1997): Hidrogeološka studija razvitka izvorišta orahovičke vodoopskrbe. Stručna studija. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

URUMOVIĆ, K., HLEVNJAK, B., DUIĆ, Ž. (2009): Vodoopskrbni sustav Orahovica: Elaborat o zaštitnim zonama izvorišta Toplica. Stručni elaborat. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

ZELENIKA, M. (1995): Tehnologija izrade bušotina. Udžbenik. Geotehnički fakultet Varaždin Sveučilišta u Zagrebu.

PRILOZI

PROFIL BUŠOTINE

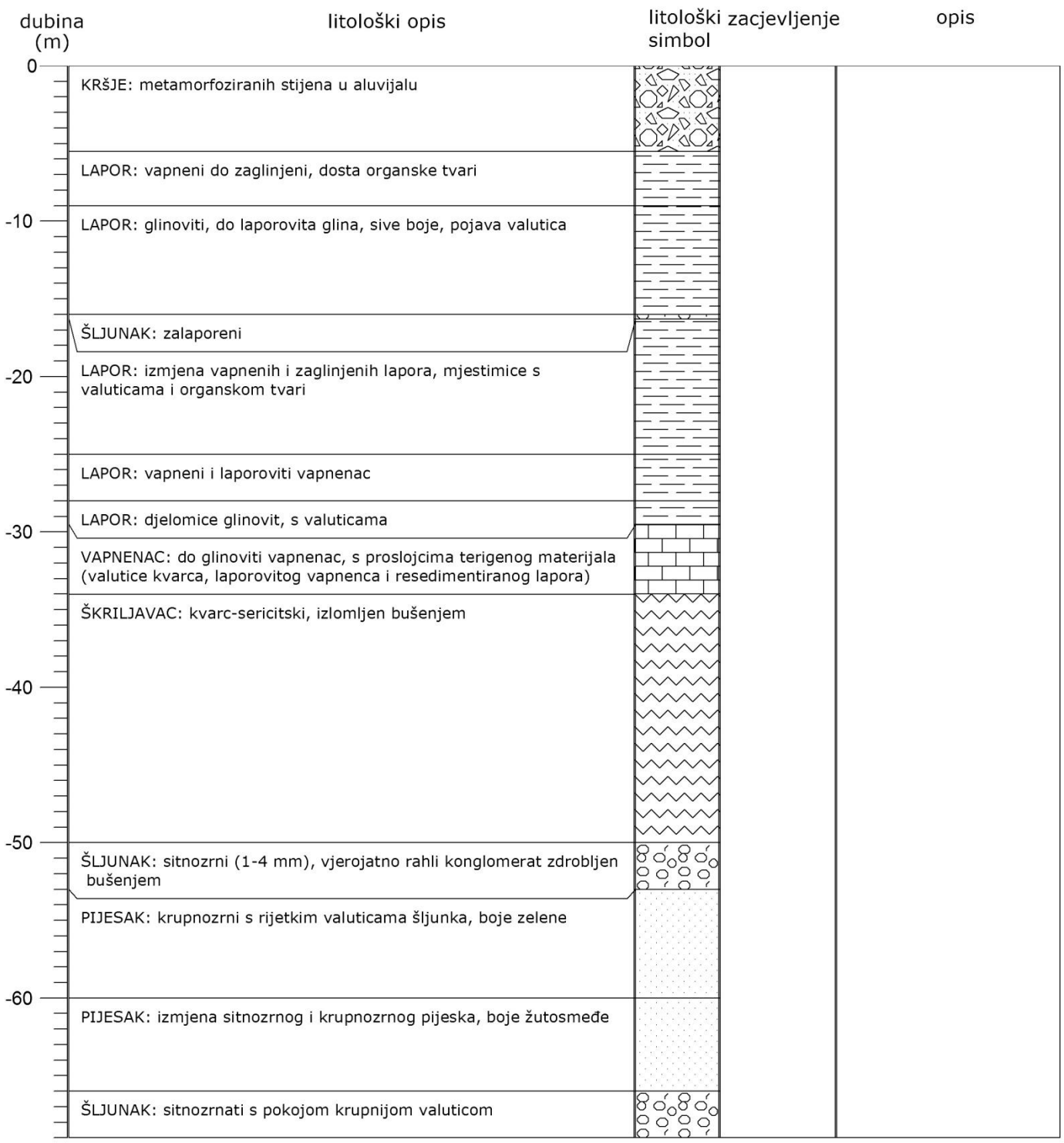
oznaka bušotine: **PT-1**

izvođač:

RGNF

lokacija: **Toplica, Orahovica**

prilog: **1/1**



PROFIL BUŠOTINE

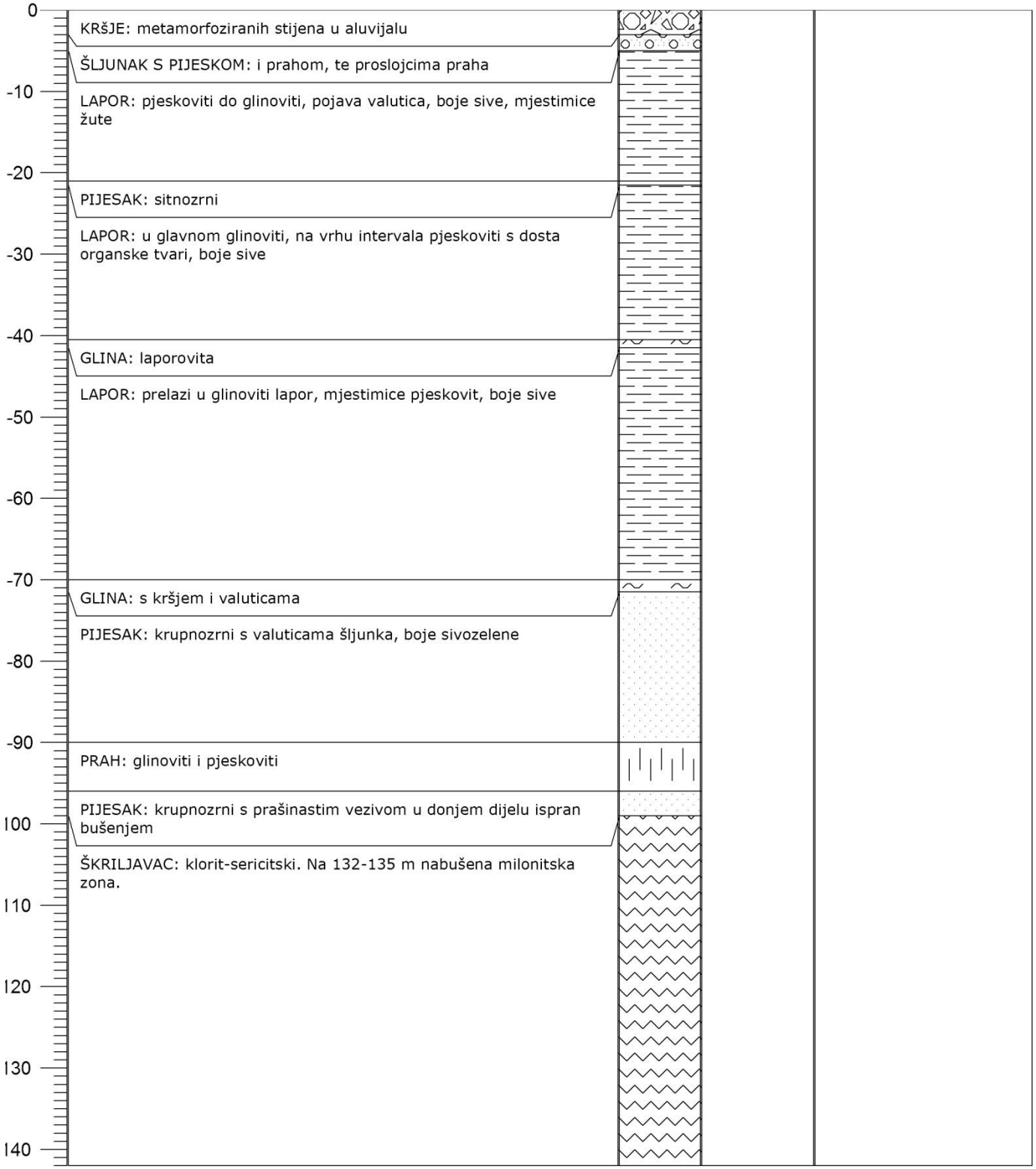
RGNF

oznaka bušotine: **PT-2**

izvođač:

lokacija: **Toplica, Orahovica**

prilog: **1/2**



PROFIL BUŠOTINE

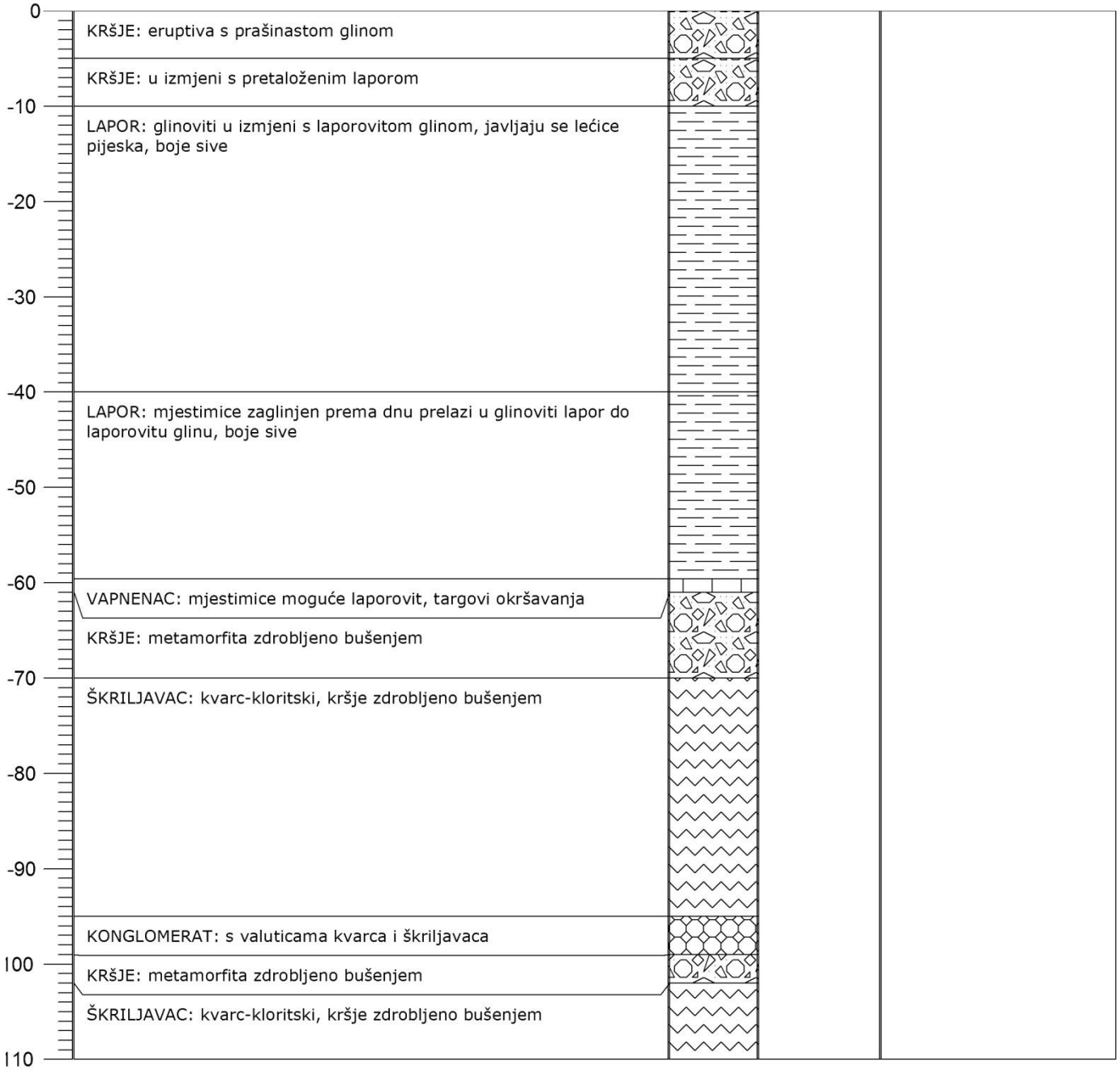
oznaka bušotine: **PT-3**

izvođač:

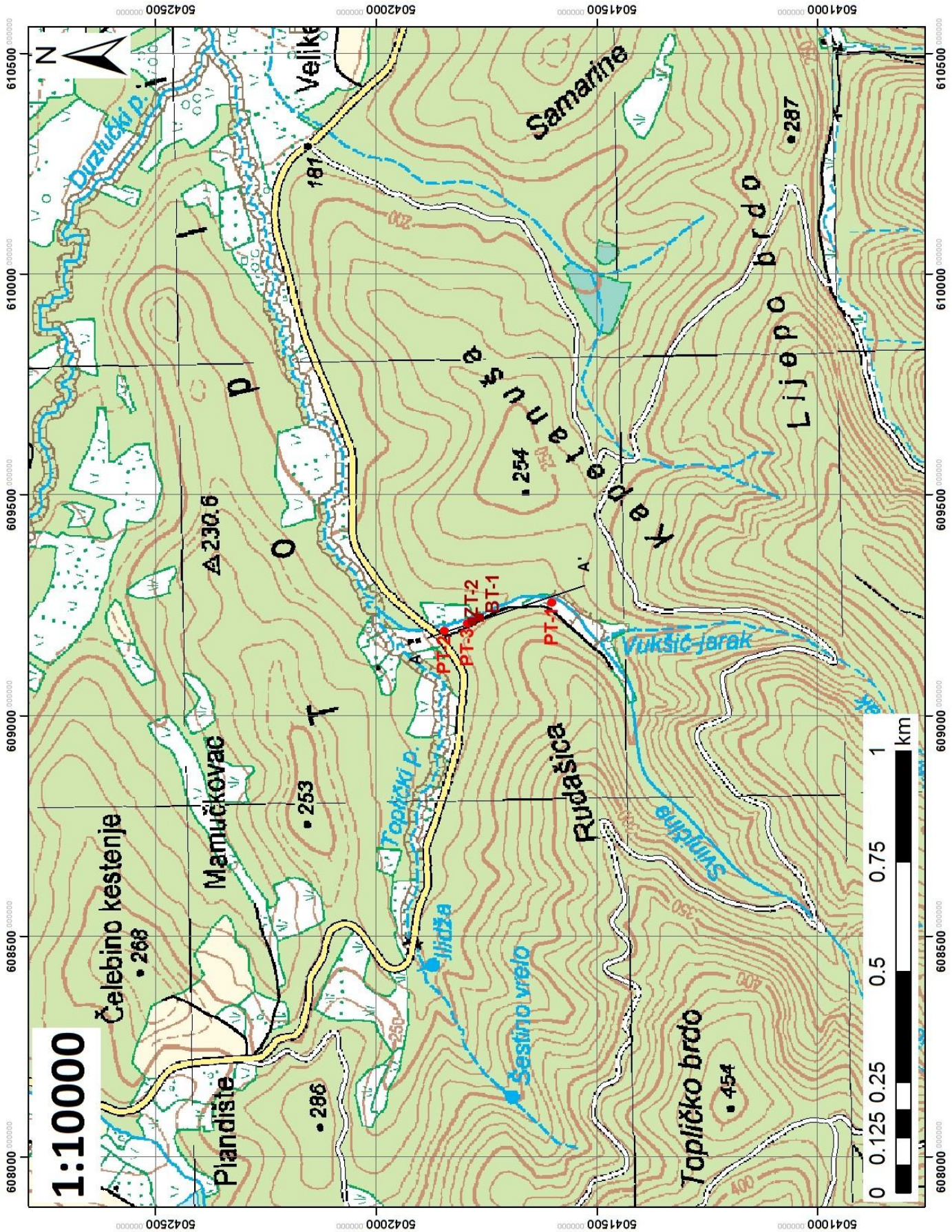
RGNF

lokacija: **Toplica, Orahovica**

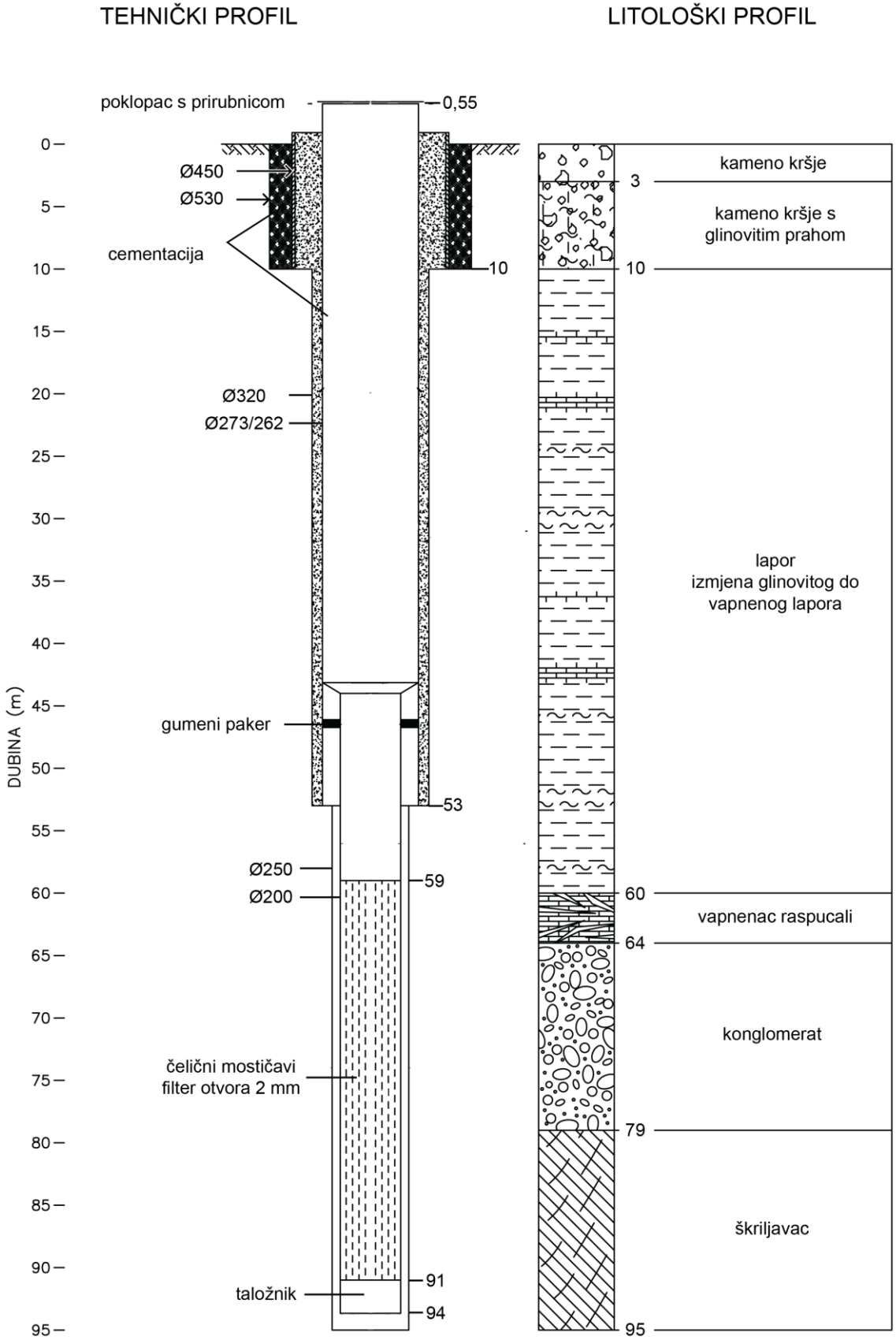
prilog: **1/3**



PRILOG 2 Lokacija istražnih bušotina, starog zdenca BT-1, novog zdenca ZT-2 te profila A-A' na topografskoj podlozi M 1:25000.



PRILOG 3 Tehničko –litološki profil zdenca ZT-2 (Čulinović, 2015).



PRILOG 4 Dnevnik pokusnog crpljenja

Datum	vrijeme	minute	Q l/s	ZT-2	ZT-1	NAPOMENA
14.03.2015.	9,30	0	0			preljev
		1	1,3	0,65	0,21	
		2	1,3	0,77	0,35	
		3	1,3	0,83	0,53	
		4	1,3	0,9	0,62	
		5	1,3	1		
		6	1,3	1,05		
		7	1,3	1,1		
		8	1,3	1,15	0,92	
		10	1,3	1,28	1	
		12	1,3	1,4	1,14	
		14	1,3	1,51	1,24	
		16	1,3	1,6	1,33	
		20	1,3	1,78	1,5	
		25	1,3	1,95	1,67	
		30	1,3	2,09	1,83	
		31	0			prekid zbog nestanka struje
		32	0	1,32		
		33	0	0,92		
		34	0	0,51		
		36	0			
	10,20	0	0			preljev
		1	1,4	0,65	0,31	
		2	1,4	0,87	0,52	
		3	1,4	1,04	0,71	
		4	1,4	1,18	0,84	
		5	1,4	1,33	1	
		6	1,4	1,45	1,11	
		7	1,4	1,58	1,26	
		8	1,4	1,68	1,36	
		10	1,4	1,88	1,53	
		12	1,4	2,06	1,7	
		14	1,4	2,2	1,84	
		16	1,4	2,34	1,97	
		20	1,4	2,63	2,27	
		25	1,4	2,85	2,53	
		30	1,4	3,07	2,7	
		40	1,4	3,43	3,17	
		50	1,4	3,7	3,33	
		60	1,4	3,92	3,54	
	11,20	0	3	3,92	3,54	
		1	3	5,3	3,96	
		2	3	6,13	4,63	
		3	3	6,79	5,2	

Datum	vrijeme	minute	Q l/s	ZT-2	ZT-1	NAPOMENA
		4	3	7,39	5,8	
		5	3	7,9	6,3	
		6	3	8,37	6,8	
		7	3	8,83	7,32	
		8	3	9,25	7,7	
		10	3	9,98	8,6	
		12	3		9,17	
		13	3	11,02		
		14	3	11,28	9,77	
		16	3	11,81	10,37	
		20	3	12,82	11,3	
		25	3	13,83	12,5	
		30	3	14,83	13,47	
		40	3	16,13	14,72	
		50	3	17,25	15,93	
		60	3	18,06	16,73	
	12,20	0	5,8	18,06	16,73	
		1	5,8	21,45	17,55	
		2	5,8	23,9	18,91	
		3	5,8	25,7	20,18	
		4	5,8	27,28	21,62	
		5	5,8	28,62	22,82	
		6	5,8	29,82	23,8	
		7	5,8	30,74	24,98	
		8	5,8	31,76	26	
		10	5,8	33,47	27,85	
		12	5,8	34,85	29,33	
		14	5,8	35,96	30,73	
		16	5,8	37,15	31,96	
		20	5,8	39,05	34,2	
		25	5,8	40,99	36,34	
		30	5,8	42,55	38,11	
		40	5,8	44,89	40,52	
		50	5,8	46,64	42,65	
	13,20	60	5,8	47,83	43,93	
		0	0	47,83	43,93	
		1	0	43,82	43,41	
		2	0	41,4	41,49	
		3	0	39,59	39,79	
		4	0	37,91	38,43	
		5	0	36,41	36,82	
		6	0	34,89	35,37	
		7	0	33,6	33,82	
		8	0	32,36	32,78	
		9	0	31,18		
		10	0	30,01	30,45	

Datum	vrijeme	minute	Q l/s	ZT-2	ZT-1	NAPOMENA
		12	0	27,93	28,32	
		14	0	26,02	26,5	
		16	0	24,15	24,64	
		20	0	21,07	21,56	
		25	0	18,23	18,55	
		30	0	15,65	15,88	
		40	0	11,49	11,73	
		50	0	8,36	8,51	
	14,20	60	0	6	6,6	
14.03.2015.	16,00	0	3,38			preljev
	16,01	1	3,38	2,02	0,86	
	16,02	2	3,38	2,99	1,61	
	16,03	3	3,38	3,8	2,38	
	16,04	4	3,38	4,51	3,03	
	16,05	5	3,38	5,1	3,73	
	16,06	6	3,38	5,75	4,29	
	16,07	7	3,38	6,27	4,79	
	16,08	8	3,38	6,78	5,32	
	16,10	10	3,38	7,65	6,25	
	16,12	12	3,38	8,43	7,02	
	16,14	14	2,55	9,17	7,83	
	16,16	16	2,55	9,8	8,42	
	16,20	20	2,55	10,9	9,59	
	16,25	25	2,55	12,09		
	16,30	30	2,55	13,06		
	16,35	35	2,55		12,7	
	16,40	40	2,55	14,61	13,45	
	16,50	50	2,55	15,72	14,68	
	17	60	2,55	16,7	15,59	
	17,20	80	2,55	18,07	17	
	17,40	100	2,55	19,1	18	
	18	120	2,55	19,77	18,68	
	18,30	150	2,55	20,57	19,63	
	19	180	2,55	21,15	20,07	
	19,40	220	2,55	21,82	20,71	
	20,20	260	2,55	22,26	21,73	
	21	300	2,55	22,6	21,53	
	22	360	2,55	23,21	22,11	
15.3.2015.	0	480	2,55	23,8	22,73	
	02	600	2,55	24,22	23,15	
	04	720	2,55	24,61	23,53	
	06	840	2,44	24,94	23,78	
	08	960	2,54	25,16	24,08	
	10	1080	2,6	25,38	24,23	
	13	1260	2,58	25,6	24,5	
	16	1440	2,6	25,84	24,72	

Datum	vrijeme	minute	Q l/s	ZT-2	ZT-1	NAPOMENA
	20	1680	2,59	25,97	24,9	
16.3.2015.	06	2280	2,6	26,5	25,34	
	10	2520	2,57	26,56	25,44	
	13	2700	2,39	26,65	25,53	
	13	0	0	26,65	25,53	
	13,01	1	0	24,8	24,97	
	13,02	2	0	23,65	24,05	
	13,03	3	0	22,89	23,25	
	13,04	4	0	22,11	22,4	
	13,05	5	0	21,32	21,72	
	13,06	6	0	20,71	21	
	13,07	7	0	20,03	20,38	
	13,08	8	0	19,48	19,76	
	13,10	10	0	18,35	18,64	
	13,12	12	0	17,34	17,62	
	13,14	14	0	16,49	16,65	
	13,16	16	0	15,62		
	13,20	20	0	14,14	14,38	
	13,25	25	0	12,52	12,82	
	13,30	30	0	11,15	11,42	
	13,40	40	0	8,91	9,06	
	13,50	50	0	7,13	7,31	
	14	60	0	5,71	6,03	
	14,20	80	0	3,55	3,76	
	14,40	100	0	2,01	2,18	
	15	120	0	0,82	1	

Republika Hrvatska
Hrvatski zavod za javno zdravstvo
Služba za zdravstvenu ekologiju
Odjel za kontrolu zdravstvene ispravnosti voda i vodoopskrbu
Zagreb, Rockefellerova 7
Tel: (01) 46 83 009, Fax: (01) 46 83 009

17025·HAA 1041

Datum: 09.04.2015.

ISPITNI IZVJEŠTAJ

Broj ispitnog izvještaja: **151559** **Oznaka uzorka: 754/15**
Naziv uzorka: **voda,zdenac na vodocrpilištu Orahovica**
Vrsta uzorka: Voda na izvorištu (sirova)
Naručitelj: **DRILL Co.d.o.o.**
M. Vodičke 5, 10000 Zagreb
Tip zahtjeva: Narudžbenica
Ur.br.: od 12.03.2015.
Uzorkovatelj HZJZ-a Ivan Karaba, preh. teh.
Vrijeme uzorkovanja: 16.03.2015.
Vrijeme dostave: 16.03.2015.
Vrsta ispitivanja: po ponudi za ispitivanje 23.7.2014.
Početak/kraj ispitivanja: 17.03.2015. / 09.04.2015.

Konačna ocjena: **UZORAK ODGOVARA**
Zaključci su navedeni uz ispitne rezultate.

Voditelj Odjela za kontrolu zdravstvene ispravnosti voda i vodoopskrbu
dr. sc. Željko Dadić, dipl. ing.

Dostaviti:
1. DRILL Co. d.o.o.
M. Vodičke 5, 10000 Zagreb

Napomena:
1) Zabranjuje se isticanje imena Zavoda u tekstu deklaracije proizvoda osim ako nije ugovoreno posebnim ugovorom.
2) Ispitni izvještaj rezultat je elektroničke obrade podataka te je punovažeći bez žiga i potpisa.
3) Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitivani uzorak. Ne smiju se umnožavati bez odobrenja Zavoda.
4) Akreditirane metode označene su u Ispitnom izvještaju ■

Broj ispitnog izvještaja/Oznaka uzorka: 151559 / 754/15 VODE

Odjel za kontrolu zdravstvene ispravnosti voda i vodoopskrbu

Početak/kraj ispitivanja: 17.03.2015. / 09.04.2015.

Rezultati ispitivanja

Naziv uzorka: **voda,zdenac na vodocrpilištu Orahovica**

Naziv parametra	Metoda	Mjerna jedinica	Rezultat	MDK**	Ocjena ispravnosti
Temperatura	SM 2550 B (21.izd., 2005)	^{o}C	13	<25	DA
Boja	SM 2120 C (21.izd., 2005) ■	mg/PtCo skale	<5	<20	DA
Mutnoća	HRN EN ISO 7027: 2001 ■	NTU	0,74	<4	DA
Miris	HRN EN 1622:2008	bez			DA
Okus	HRN EN 1622:2008	bez			DA
pH vrijednost	HRN EN ISO10523: 2012 ■	pH jedinica	7,1	6,5- 9,5	DA
Temperatura uzorka pri kojoj je izmjerena pH vrijednost: 23 ^{o}C					
Vodljivost	HRN EN 27888: 2008 ■	µS/cm/20^{o}C	424	<2.500	DA
Vodikov sulfid	SM 4500-S^{2-} I (21. izd.2005)-prilagođeno	mg/L H_2S	<0,005		DA
Ukupna tvrdoća	HRN ISO 6059: 1998 ■	mg/L $CaCO_3$	248		DA
Utrošak $KMnO_4$	HRN EN ISO 8467: 2001	mg/L O_2	0,8	<5	DA
Amonij	HRN ISO 7150-1: 1998 ■	mg/L NH_4^+	<0,01	<0,5	DA
Nitriti	HRN EN 26777: 1998 ■	mg/L NO_2^-	<0,02	<0,5	DA
Nitrati	HRN EN ISO 10304-1:2009/Ispr.1:2012 ■	mg/L NO_3^-	1,1	<50	DA
Fluoridi	HRN EN ISO 10304-1:2009/Ispr.1:2012 ■	mg/L F	0,145	<1,5	DA
Cijanidi	HRN EN ISO 6703-1:1998	µg/L CN^-	<30	<50	DA
Kalcij (Ca)	HRN EN ISO 14911: 2001 ■	mg/L Ca^{2+}	54,3		DA

Napomena : Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitivani uzorak. Rezultati izraženi kao manje od (<) odnose se na granicu kvantifikacije pojedine metode. n.d. - nije detektirano.

Broj ispitnog izvještaja/Oznaka uzorka: 151559 / 754/15 VODE

Naziv parametra	Metoda	Mjerna jedinica	Rezultat	MDK**	Ocjena ispravnosti
Kalij (K)	HRN EN ISO 14911: 2001 ■	mg/L K^+	1,1	<12	DA
Natrij (Na)	HRN EN ISO 14911: 2001 ■	mg/L Na^+	6,7	<200	DA
Magnezij (Mg)	HRN EN ISO 14911: 2001 ■	mg/L Mg^{2+}	24,2		DA
TOC (totalni organski ugljik)	HRN EN 1484:2002	mg/L C	0,6		DA
Fenoli	HRN ISO 6439:1998	µg/L	<1		DA
THM -ukupni	HRN EN ISO 10301: 2002	µg/L	<0,1	<100	DA
Suma tetrakloreten i trikloreten	HRN EN ISO 10301: 2002	µg/L	<0,1	<10	DA
Trikloreten	HRN EN ISO 10301: 2002	µg/L	<0,1	<10	DA
Tetrakloreten	HRN EN ISO 10301: 2002	µg/L	<0,1	<10	DA
1,2-dikloretan	HRN EN ISO 10301: 2002	µg/L	<0,1	<3	DA
Ukupne suspenzije	HRN EN 872:2008 ■	mg/L	<2	<10	DA
Policiklički aromatski ugljikovodici	HRN EN ISO 17993: 2008	µg/L	<0,005	<0,1	DA
Benzo(a)piren	HRN EN ISO 17993: 2008	µg/L	<0,005	<0,01	DA
benzo(b)fluoranthene	HRN EN ISO 17993: 2008	µg/L	<0,005	<0,1	DA
benzo(k)fluoranthene	HRN EN ISO 17993: 2008	µg/L	<0,005	<0,1	DA
benzo(ghi)perilene	HRN EN ISO 17993: 2008	µg/L	<0,005	<0,1	DA
fluoranthene	HRN EN ISO 17993: 2008	µg/L	<0,005	<0,1	DA
indeno(1,2,3-cd)pirene	HRN EN ISO 17993: 2008	µg/L	<0,005	<0,1	DA
Olovo (Pb)	HRN EN ISO 11885: 2010	µg/L	<3	<10	DA
Kadmij (Cd)	HRN EN ISO 11885: 2010	µg/L	<1	<5	DA

Napomena : Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitivani uzorak. Rezultati izraženi kao manje od (<) odnose se na granicu kvantifikacije pojedine metode. n.d. - nije detektirano.

Broj ispitnog izvještaja/Oznaka uzorka: 151559 / 754/15 VODE

Naziv parametra	Metoda	Mjerna jedinica	Rezultat	MDK**	Ocjena ispravnosti
Arsen (As)	Vlastita metoda, oznaka:P-VODE-21, izdanje:1/1 ■	µg/L	1,8	<10	DA
Cink (Zn)	HRN EN ISO 11885: 2010 ■	µg/L	81,1	<3.000	DA
Željezo (Fe)	HRN EN ISO 11885: 2010 ■	µg/L	76,5	<200	DA
Nikal (Ni)	HRN EN ISO 11885: 2010 ■	µg/L	<2	<20	DA
Krom (Cr)	HRN EN ISO 11885: 2010 ■	µg/L	<2	<50	DA
Mangan (Mn)	HRN EN ISO 11885: 2010 ■	µg/L	2,9	<50	DA
Kobalt (Co)	HRN EN ISO 11885: 2010 ■	µg/L	<2		DA
Aluminij (Al)	HRN EN ISO 11885: 2010	µg/L	<3	<200	DA
Antimon (Sb)	HRN EN ISO 11885: 2010	µg/L	<5	<5	DA
Barij (Ba)	HRN EN ISO 11885: 2010 ■	µg/L	46,7	<700	DA
Selen (Se)	HRN EN ISO 11885: 2010	µg/L	<6	<10	DA
Bakar (Cu)	HRN EN ISO 11885: 2010 ■	mg/L	<0,001	<2	DA
Srebro (Ag)	HRN EN ISO 11885: 2010	µg/L	<4	<10	DA
Fosfati	HRN EN ISO 10304-1:2009/Ispr.1:2012 ■	µg/L P	<15	<300	DA
Detergenti -anionski	SM 5540 C (21.izd., 2005) ■	µg/L	<50	<200	DA
Detergenti -neionski	Vlastita metoda, oznaka:P-VODE-28, izdanje:1/1 ■	µg/L	<60	<200	DA
Silikati	Vlastita metoda, oznaka:P-VODE-17, izdanje:2/1 ■	mg/L SiO_2	16,5	<50	DA
Kloridi	HRN EN ISO 10304-1:2009/Ispr.1:2012 ■	mg/L Cl^-	1,7	<250	DA

Napomena : Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitivani uzorak. Rezultati izraženi kao manje od (<) odnose se na granicu kvantifikacije pojedine metode. n.d. - nije detektirano.

Broj ispitnog izvještaja/Oznaka uzorka: 151559 / 754/15 VODE

Naziv parametra	Metoda	Mjerna jedinica	Rezultat	MDK**	Ocjena ispravnosti
Sulfati	HRN EN ISO 10304-1:2009/Ispr.1:2012 ■	mg/L SO_4^{2-}	26	<250	DA
Bromati	HRN EN ISO 15061: 2001	µg/L BrO_3^-	<2	<10	DA
Bor (B)	HRN EN ISO 17294-2:2008	mg/L	0,0023	<1	DA
Vanadij (V)	HRN EN ISO 11885: 2010	µg/L	<2	<5	DA
Berilij (Be)	HRN EN ISO 11885: 2010 ■	µg/L	<0,1		DA
Ugljikovodici	SOP-17-053 (1. izdanje);HRN ISO 11423-2:2002	µg/L	<2	<50	DA
Aromatski ugljikovodici - benzen	HRN ISO 11423-2: 2002	µg/L	<0,5	<1	DA

■ - Metode za koje je Odjel akreditiran prema HRN EN ISO/IEC 17025:2007

** maksimalno dozvoljena koncentracija prema zakonskim propisima navedenim u zaključku

ZAKLJUČAK:

Rezultati za pokazatelje koji su određivani u analiziranom uzorku ODGOVARAJU maksimalno dozvoljenim koncentracijama iz Priloga I Pravilnika o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN br. 125/13 i 141/13).

Voditelj Odsjeka
Jurica Štiglić, dipl.ing.

Napomena : Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitivani uzorak. Rezultati izraženi kao manje od (<) odnose se na granicu kvantifikacije pojedine metode. n.d. - nije detektirano.

Broj ispitnog izvještaja/Oznaka uzorka: 151559 / 754/15 MET

Odsjek za metale i metaloide

Početak/kraj ispitivanja: 17.03.2015. / 18.03.2015.

Rezultati ispitivanja

Naziv uzorka: **voda,zdenac na vodocrpilištu Orahovica**

Naziv parametra	Metoda	Mjerna jedinica	Rezultat	NDK**	Ocjena ispravnosti
Živa (Hg)	AAS	µg/L	<0,30	<1	DA

** najveća dopuštena količina prema zakonskim propisima navedenim u zaključku

ZAKLJUČAK:

Masena koncentracija žive (Hg) u analiziranom uzorku je u skladu s najvećom dopuštenom količinom žive utvrđene u Prilogu I : Parametri zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju (mikrobiološki, kemijski i parametri radioaktivnosti), Tablica 3. Kemijski parametri zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju Pravilnika o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (N.N.br.125/2013 i 141/ 2013).

Analitičar:
Zdenko Drnić, dipl.ing

Napomena : Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitivani uzorak. Rezultati izraženi kao manje od (<) odnose se na granicu kvantifikacije pojedine metode. n.d. - nije detektirano.

Broj ispitnog izvještaja/Oznaka uzorka: 151559 / 754/15 PEST

Odsjek za pesticide

Početak/kraj ispitivanja: 19.03.2015. / 19.03.2015.

Rezultati ispitivanja

Naziv uzorka: **voda,zdenac na vodocrpilištu Orahovica**

Naziv parametra	Metoda	Mjerna jedinica	Rezultat	MDK**	Ocjena ispravnosti
Organoklorirani pesticidi	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,5	<0,5	DA
Organofosforni pesticidi	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,5	<0,5	DA
Oksidemeton -metil	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,05	<0,1	DA
DDT i metaboliti	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	<0,1	DA
Endosulfan	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	<0,1	DA
Klordan	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	<0,1	DA
Pesticidi ukupni	US EPA Metoda 614 i US EPA Metoda 617	µg/L	<0,5	<0,5	DA
Aldrin	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	<0,03	DA
Atrazin	US EPA Metoda 619	µg/L	<0,01	<0,1	DA
Azinfos-etil	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,02	<0,1	DA
Azinfos-metil	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,02	<0,1	DA
Bromofos-etil	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,02	<0,1	DA
Bromofos-metil	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,02	<0,1	DA
Demeton S	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,01	<0,1	DA
Demeton-S-metil	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,02	<0,1	DA
Demeton-S-metil sulfon	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,02	<0,1	DA
Diazinon	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,01	<0,1	DA
Dieldrin	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	<0,03	DA
Diklofluanid	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	<0,1	DA
Diklorvos	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,02	<0,1	DA
Dikofol	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	<0,1	DA
Dimetoat	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,01	<0,1	DA
Endrin	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	<0,1	DA
Etion	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,02	<0,1	DA
Fenamifos	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,05	<0,1	DA
Fenitrotion	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,02	<0,1	DA
Fenklorfos	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,02	<0,1	DA

Napomena : Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitivani uzorak. Rezultati izraženi kao manje od (<) odnose se na granicu kvantifikacije pojedine metode. n.d. - nije detektirano.

Broj ispitnog izvještaja/Oznaka uzorka: 151559 / 754/15 PEST

Naziv parametra	Metoda	Mjerna jedinica	Rezultat	MDK**	Ocjena ispravnosti
Fention	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,02	<0,1	DA
Fonofos	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,02	<0,1	DA
Forat	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,01	<0,1	DA
Fosalon	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,05	<0,1	DA
HCB	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	<0,1	DA
HCH alfa	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	<0,1	DA
HCH beta	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	<0,1	DA
HCH gama (Lindan)	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	<0,1	DA
HCH delta	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	<0,1	DA
Heptaklor	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	<0,03	DA
Heptaklorepoksid-egzo	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	<0,03	DA
Heptaklorepoksid-endo	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	<0,03	DA
Izofenfos	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,02	<0,1	DA
Kaptan	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,05	<0,1	DA
Klorfenvinfos	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,01	<0,1	DA
Klormefos	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,01	<0,1	DA
Klorpirifos	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,01	<0,1	DA
Klorpirifos-metil	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,01	<0,1	DA
Kumafos	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,05	<0,1	DA
Malation	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,02	<0,1	DA
Metamidofos	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,02	<0,1	DA
Metidation	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,02	<0,1	DA
Metoksiklor	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	<0,1	DA
cis-Mevinfos	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,02	<0,1	DA
Ometoat	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,05	<0,1	DA
Paration	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,02	<0,1	DA
Paration-metil	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,02	<0,1	DA
Pirazofos	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,05	<0,1	DA
Pirimifos-etil	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,01	<0,1	DA
Pirimifos-metil	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,01	<0,1	DA
Simazin	US EPA Metoda 619	µg/L	<0,01	<0,1	DA
Tetraklorvinfos	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,01	<0,1	DA
Tiabendazol	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,1	<0,1	DA
Tolilfluanid	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	<0,1	DA

Napomena : Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitivani uzorak. Rezultati izraženi kao manje od (<) odnose se na granicu kvantifikacije pojedine metode. n.d. - nije detektirano.

Broj ispitnog izvještaja/Oznaka uzorka: 151559 / 754/15 PEST

Naziv parametra	Metoda	Mjerna jedinica	Rezultat	MDK**	Ocjena ispravnosti
Tolklofos-metil	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,01	<0,1	DA
Triklorfon	US EPA Metoda 614	µg/L	<0,1	<0,1	DA
Vinklozolin	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	<0,1	DA

** maksimalna razina ostataka pesticida prema zakonskim propisima navedenim u zaključku

ZAKLJUČAK:

Uzorak odgovara zahtjevima Zakona o vodi za ljudsku potrošnju (NN 56/2013)

Voditelj Odsjeka
Iva Bebek, mag.ing.

Napomena : Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitivani uzorak. Rezultati izraženi kao manje od (<) odnose se na granicu kvantifikacije pojedine metode. n.d. - nije detektirano.

Broj ispitnog izvještaja/Oznaka uzorka: 151559 / 754/15 VODE

Odsjek za mikrobiologiju voda

Početak/kraj ispitivanja: 17.03.2015. / 20.03.2015.

Rezultati ispitivanja

Naziv uzorka: **voda,zdenac na vodocrpilištu Orahovica**

Naziv parametra	Metoda	Mjerna jedinica	Rezultat	MDK**	Ocjena ispravnosti
Ukupni koliformi	ISO 9308-2:2012 ■	n/100 mL	0	0	DA
Broj kolonija 37°C/48h	HRN EN ISO 6222: 2000	broj/1 mL	8	<20	DA
Broj kolonija 22°C/72h	HRN EN ISO 6222: 2000	broj/1 mL	23	<100	DA
Pseudomonas aeruginosa	HRN EN ISO 16266: 2008 ■	cfu/100 mL	0	0	DA
Clostridium perfringens	anaerobna kultivacija na m-CP agaru	cfu/100 mL	0	0	DA
Escherichia coli	ISO 9308-2:2012 ■	n/100 mL	0	0	DA
Enterokoki	HRN EN ISO 7899-2:2000	cfu/100 mL	0	0	DA

■ - Metode za koje je Odjel akreditiran prema HRN EN ISO/IEC 17025:2007

** maksimalno dozvoljena koncentracija prema zakonskim propisima navedenim u zaključku

ZAKLJUČAK:

Uzorak s obzirom na ispitane mikrobiološke pokazatelje ODGOVARA Prilogu I Pravilnika o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN br. 125/13 i 141/13).

Analitičar
dr. sc. Željko Dadić, dipl. ing.

Kraj ispitnog izvještaja

Napomena : Rezultati ispitivanja odnose se isključivo na ispitivani uzorak. Rezultati izraženi kao manje od (<) odnose se na granicu kvantifikacije pojedine metode. n.d. - nije detektirano.