Hidrogeološka istraživanja na lokaciji Strižević

Jukić, Ivan Borna

Master's thesis / Diplomski rad

2015

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:169:662881

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

HIDROGEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA NA LOKACIJI STRIJEŽEVICA

Diplomski rad

Ivan Borna Jukić
GI 74

Zagreb, 2015

Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Diplomski rad

HIDROGEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA NA LOKACIJI STRIJEŽEVICA

Ivan-Borna Jukić

Diplomski rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Sažetak

Zbog povećanja kapaciteta vodoopskrbnog sustava Požeštine provedena su hidrogeološka istraživanja na području Striježevice kako bi utvrdila mogućnost zahvaćanja podzemne vode. Istraživanja su izvedena na ukupno 7 istraživačko piezometarskih bušotina, dubina bušenja 55, 34, 55, 71, 82, 70 i 87 m, koje su bušene direktnom metodom bušenja uz kontinuirano jezgrovanje, osim bušotine SP-3 čije se bušenje provodilo čekićem bez jezgrovanja. Rezultati radova i interpretacija ostvarenih rezultata prikazani su u ovom radu.

Ključne riječi: vodoopskrba, istraživačko piezometarske bušotine, pokusno crpljenje
Diplomski rad sadrži: 26 stranica, 6 tablica, 12 slika, 24 priloga
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. Dario Perković, RGNF

Datum obrane: 30. 9. 2015.

University of Zagreb
Faculty of Mining, Geology
And Petroleum Engineering

Master thesis

HYDROGEOLOGICAL RESEARCHES ON STRIJEŽEVICA

Ivan-Borna Jukić

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

Because of increasing the capacity of the water supply system Požeština, hidrogeological researches are conducted on location Striježevica to establish capture possibility of groundwater. Researches were conducted on total 7 research piezometric borehole, with driling depth of 55, 34, 71, 82, 70 and 87 m, drilled with direct continuous coring method, except SP-3 borehole whose drilling was conducted by hammer without coring. The results of the works and the interpretation of the research results are presented in this thesis.

Keywords: water supply, research piezometric boreholes, test pumping

Thesis contains: 26 pages, 6 tables, 12 figures and 24 enclosures.

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Library of Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

Supervisor: PhD Assistant Professor Željko Duić, RGNF

Professor Reviewers: PhD Assistant Professor Željko Duić, RGNF
PhD. Associate Professor Kristijan Posavec, RGNF
PhD. Assistant Professor Dario Perković, RGNF

Date of thesis defense: 30.9. 2015.

SADRŽAJ

1. UVOD.....1

2. OPIS ISTRAŽIVANOG PODRUČJA.....3

2.1. Geografski položaj istraživanog područja.....3

2.2. Geološka građa istraživanog područja.....4

2.3. Prethodna istraživanja područja.....5

3. IZVEDBA ISTRAŽIVAČKO PIEZOMETARSKIH BUŠOTINA.....10

4. POKUSNO CRPLJENJE I POSTIGNUTI REZULTATI.....12

4.1. Intepretacija pokusnih crpljenja.....14

4.2. Bušotina SP-1.....14

4.3. Izdašnost bušotine SP-1.....17

4.4. Bušotina SP-6.....18

4.5. Izdašnost bušotine SP-6.....21

5. KAKVOĆA VODE.....22

6. ZAKLJUČAK.....23

7. LITERATURA.....25

POPIS TABLICA

Tablica 3.1. Intervali istraživačko-piezometarskih bušotina (m)……...10

Tablica 4.1. Podaci pokusnog crpljenja u koracima bušotine SP-1……15

Tablica 4.2. Parametri bušotine SP-1……16

Tablica 4.3. Podaci pokusnog crpljenja u koracima bušotine SP-6……...…19

Tablica 4.4. Parametri bušotine SP-6……20

Tablica 5.1. Rezultati fizikalno kemijske analize vode iz bušotina s prikazom dozvoljene vrijednosti (MDK) prema Pravilniku (N.N. br. 125/13).....22

POPIS SLIKA

Slika 1.1. Izvorišta na području Požeštine…….....1

Slika 1.2 Lokacije istraživačkih bušotina……...2

Slika 2.1. Satelitski snimak područja istraživanja 3

Slika 2.2. OGK Daruvara i Orahovice……4

Slika 4.1. Dijagram ukupnog postotka pokusnog crpljenja bušotine SP-1 s prikazom crpne količine……13

Slika 4.2. Dijagram ukupnog postotka pokusnog crpljenja bušotine SP-6 s prikazom crpne količine……13

Slika 4.3. Dijagram kolebanja razine podzemne vode i prirasti sniženja (δsi) za crpljenje u koracima pri pokusnom crpljenju……15

Slika 4.4 Grafička analiza ekvivalentnog specifičnog sniženje i ekvivalentne izdašnosti bušotine SP-1 prema podacima s tablice 4.1……...16

Slika4.5. Dijagram s=f(Q) i pojedine vrste gubitaka za crpljenje bušotine SP-1……17

Slika 4.6. Dijagram kolebanja razine vode i prirasti sniženja (δsi) za crpljnje u koracima pri pokusnom crpljenju…….19

Slika 4.7. Grafička analiza ekvivalentnog specifičnog sniženje i ekvivalentne izdašnosti bušotine SP-1 prema podacima s tablice 4.3……...20

Slika 4.8. Dijagram s=f(Q) i pojedine vrste gubitaka za crpljenje bušotine SP-6……21

POPIS PRILOGA

Prilog 1 - Karta lokacija istraživačkih bušotina

Prilog 2 - Hidrogeološki karta

Prilog 3 - Hidrogeološki profil područja istraživanja

Prilog 4 - Profil istraživačke bušotine SP-1

Prilog 5 - Profil istraživačke bušotine SP-2

Prilog 6 - Profil istraživačke bušotine SP-4

Prilog 7 - Profil istraživačke bušotine SP-5

Prilog 8 - Profil istraživačke bušotine SP-6

Prilog 9 - Profil istraživačke bušotine SP-7

POPIS KORIŠTENIH OZNAKA I JEDINICA

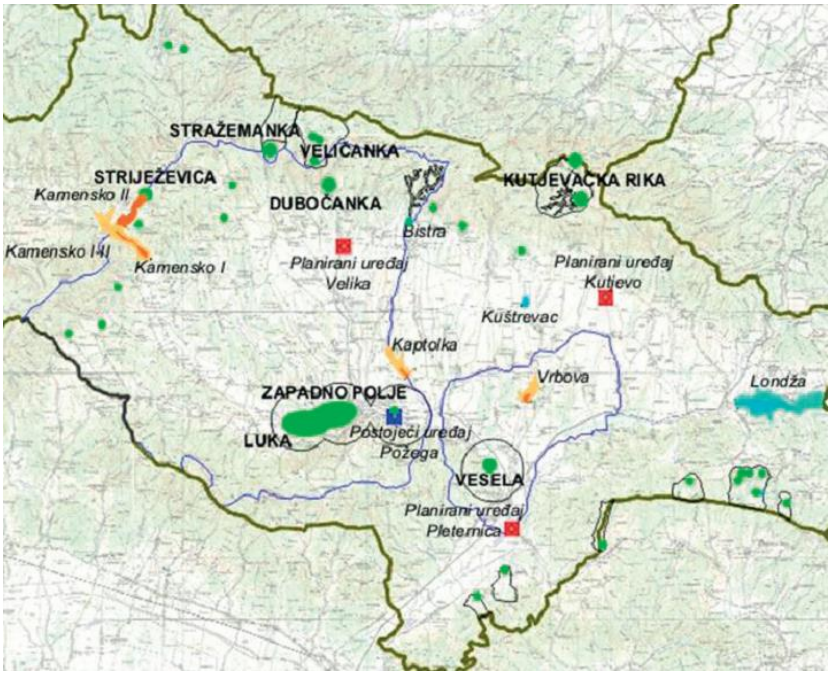
Q (l/s)	crpna količina
δQ (m^3/s)	porast crpne količine
S (m)	sniženje
s/Q (s/m^2)	specifično sniženje
δs (m)	prirast sniženja
$\delta s/\delta Q$ (s/m^2)	ekvivalentno specifično sniženje
$\frac{Q^2_i - Q^2_{i-1}}{\delta Q_i}$ (m^3/s)	ekvivalentna izdašnost
Q_{max} (l/s)	maksimalna izdašnost bušotine
B (s/m^2)	parametar linearnih gubitaka
C (s^2/m^5)	parametar nelinearnih gubitaka

1. UVOD

Osnovni resurs za potrebe javne vodoopskrbe u Hrvatskoj su podzemne vode (oko 90%). Vodoopskrbni sustav Požeštine proteže se na području administrativnih jedinica triju gradova (Požega, Pleternica i Kutjevo) te pet općina (Brestovac, Čaglin, Jakšić, Kaptol i Velika) (Slika 1.1). Lokaciji Striježevica je zanimljiva za hidrogeološka istraživanja zbog pretpostavke da bi se moglo prihvatit vode u svim godišnjim uvjetima te da se po potrebi nadopunjava vodom s crpilišta u dolini rijeke Orljave (Jelić i Mihelčić, 2012). Postojeći vodoopskrbni sustav očituje se povremenim zamućenjima i smanjenju izdašnosti u ljetnim mjesecima stoga je potrebno postupno, ovisno o topografskim i drugim prilikama, spajati lokalne vodoopskrbne mreže na zajednički sustav javne vodoopskrbe.

Provedena su hidogeološka istraživanja na lokaciji Striježevica (Općina Brestovac) kako bi se povećale zalihe podzemne vode za potrebe javne vodoopskrbe Požeštine.

Komunalno poduzeće koje je ujedno i naručilac hidrogeoloških istraživanja Tekija d.o.o. iz Požege, provodi djelatnost javne vodoopskrbe cijele Požeštine, a vodoopskrbni sustav pokriva velik dio naselja svih gradova i općina (oko 92%).



Slika 1.1 Izvorišta na području Požeštine (prema: Jelić, L., Mihelčić, D.,2012)

Istraživanja su usmjerena na rekonstrukciju strukture, litološkog razvitka naslaga, te njihovih općih hidrogeoloških značajki. U okviru ovih istraživanja provedena je detaljna geološka terenska prospekcija neposrednog područja pojavljivanja vode te šireg područja, s analizom geološke građe područja Striježevice za potrebe definiranja hidrogeoloških odnosa i definiranje mikro lokacija istraživačkih bušotina.

Izvedeno je sedam bušotina na širem području Striježevice (Slika 1.2). Tijekom izvedbe bušotina provedeni su prateći hidrogeološki radovi projektiranja i nadzora nad terenskim radovima koje je Tekije d.o.o. iz Požege povjerila Rudarskogeološko-naftnom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Radove na bušenju provodila je tvrtka Karst d.o.o. iz Zagreba. Postignuti rezultati su prikazani ovim diplomskim radom.

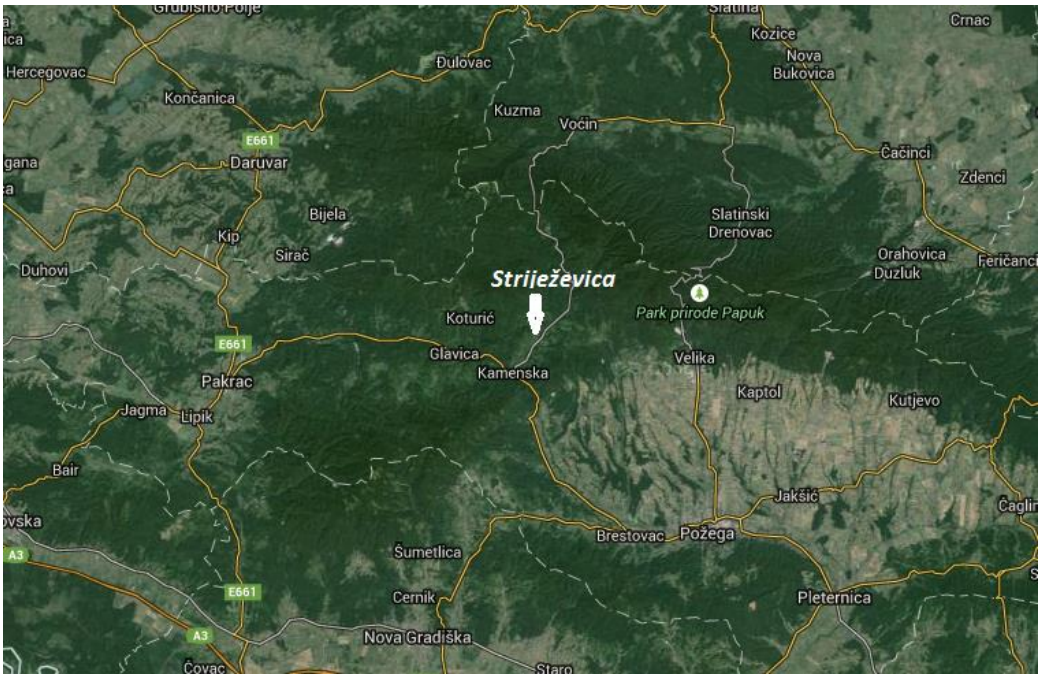


Slika 1.2 Lokacije istraživačkih bušotina

2. OPIS PODRUČJA ISTRAŽIVANJA

2.1 Geografski položaj istraživanog područja

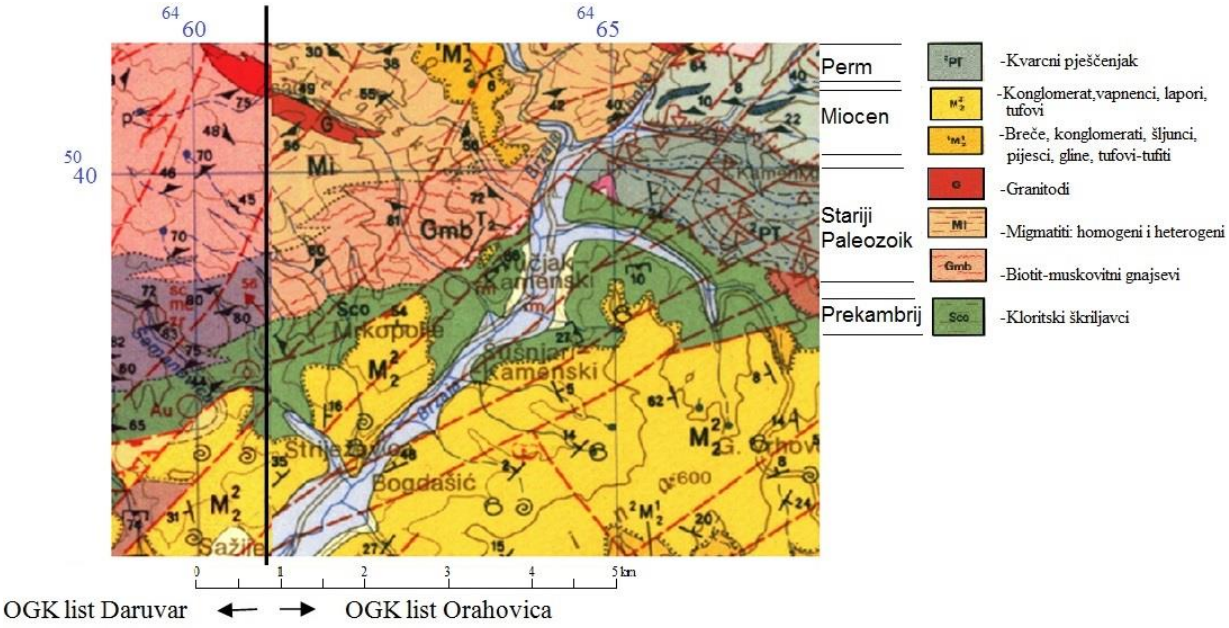
Striježevica je naselje u Republici Hrvatskoj u Požeško-slavonskoj županiji, u sastavu općine Brestovac. Nalazi se 20 km sjevero zapadno od Požege, na cesti Kamenska - Voćin. Striježevica je smještena na jugozapadnom prigorskom predjelu gorja Papuk, zbog čega je zanimljiva za hidrogeološka istraživanja (Slika 2.1).



Slika 2.1. Satelitski snimak područja istraživanja (preuzeto s www.google.hr/maps/place/34322,+Striježevica)

2.2 Geološka građa istraživanog područja

Područje istraživanja se nalazi na zapadnom rubu lista Orahovica i svojim položajem pripada zapadnom dijelu tektonske jedinice Psunj – Krndija (Slika 2.2). Izrazito kompliciranа strukturno tektonska grada istraživanog područja nastala je kroz pet faza deformacija od kojih su tri faze dale i metamorfozu.



Slika 2.2 OGK Daruvara i Orahovice (prema Jamičić, D., Brkić, M. 1987)

Površinske naslage ovog područja koje donekle maskiraju tortonske naslage čine deluvijalno-proluvijalne naslage kvartarne starosti, nastale kao produkt površinskog spiranja i bujičnih tokova. Sastavljene su od gline s kamenim kršjem i njima sličnim materijalima, debljine 1-5m. Deluvijaino - proluvijalni nanos formiran je nakon pleistocena i kasnije biva dijelom erodiran putem recentnih vodenih tokova.

Ispod površinskog pokrivača prisutne su tortonske naslage (Baden) sačinjene od lapora, pješčenjaka, vapnenaca i glina. Tortonske naslage nastale su sedimentacijom praćenom intenzivnom vulkanskom aktivnošću za vrijeme srednjeg miocena i badena, nakon riječno - jezerske i marinske sedimentacije koja je trajala od vjerovatno postkrednog razdoblja do

srednjeg miocena. Prema gornjem dijelu tortona javljaju se sve više pjeskoviti lapori, ponegdje masivni, ali pretežno tanki uslojeni do laminirani. Debljina tortonskih naslaga na području lista Orahovica procjenjena je na oko 200 metara.

2.3 Prethodna istraživanja područja

Prva istraživanja vodonosnika prigorskih predjela rubnog gorja Papuka provedena su u području izvora Striježevica. Projektirana su 1985. god., a provedena 1986. (Protić, 1985., 1986).

Izvještaj o istraživanjima sastoji se od tekstualnog dijela (18 str.) unutar kojeg su dvije tablice i jedna fotografija, te 11 priloga (l.Pregledna geografska karta, 1:500.000; 2.Karta vodnih objekata, 1:10.000; 3.Rezultati kemijskih analiza (19 kemijskih analiza); 4.Dijagram oscilacija vodostaja na preljevu izvora Striježevica, te potoka Brzaja i Šamanovica u razdoblju od 20. siječnja do 30. travnja 1986; 5.Hidrogeološka karta 1:10.000; 6.Hidrokemijska karta 1:10.000; 7.Situacioni plan Striježevice s lokacijama istraživačkih bušotina 1:2.500; 8.Profili istraživačkih bušotina 1:100; 9.Geološki presjek terena I, 1:250/100; 10.Geološki presjek terena II, 1:250/100 i 11.Zone zaštite izvorišta.

Provedenim istraživanjima nije ostvaren postavljeni zadatak, a niti je razjašnjen mehanizam pojavljivanja izvora na odnosnoj lokaciji. Uz to, pri istraživanjima izvorišta Striježevica prikupljeno je, nažalost, vrlo malo vrijednih podataka koji bi se mogli koristiti u daljnjim istraživanjima utvrđivanja zaliha i načina kaptiranja podzemnih voda istraživanog vodonosnika.

Načinjeno je 5 istraživačkih bušotina (dubine 24, 20, 19.5, 16.5 i 20 m), no samo jedna od njih je prema priloženom profilu zahvatila vodonosne naslage. Unaprijed je nerealno postavljena pretpostavka da se relativno stalni izvor napaja iz obližnjeg potoka koji je prilično bujičnog karaktera, pa je provedeno trasiranje potoka rezultati kojeg su potvrdili samo ono što je unaprijed bilo očito da veza ne postoji. Provedena su mjerenja na izvoru pomoću trokutnog preljeva, koji nije bio primjeren niti je prikladno instaliran, a podaci koji se u prilogu prikazuju odnose se na visinu vode bez informacije o referentnoj točci na konstrukciji preljeva i bez ikakvog podatka o odnosnim količinama. Konačni zaključak o mehanizmu izvora je konfuzan, a predloženo rješenje neprimjereno postavljenom zadatku. Ne ulazeći u brojne navode koji to otkrivaju može se ilustrirati samo sljedečim: obrađivač zaključuje da se izvor (koji je čak pod tlakom, a na koti višoj od korita potoka) ipak napaja iz potoka konstatirajući da su njegova mjerenja nerealna, no

najbolja je ilustracija predloženo rješenje zahvata prema kojem upravo kroz središte zahvata prolazi magistralna cesta.

Tada provedena istraživanja na izvoru Striježevica nisu dala prihvatljivo rješenje zahvaćanja izvora, a nažalost niti su kroz njih prikupljeni podaci koji bi omogućili primjereno upoznavanje mehanizma kretanja podzemnih voda koje otječu na izvoru.

Na osnovu rekognosciranja neposrednog okoliša izvora i šireg područja provedenih u kolovozu 1990. g. zaključeno je da pokušaj kaptiranja podzemnih voda u središtu sela i u neposrednoj blizini izvora vrlo problematičan, ali po svoj prilici i nepotreban. Tada je zaključeno da se radi se o podzemnim vodama prigorskog vodonosnika u miocenskim vapnenačkim naslagama za koje postoji mogućnost izbora primjerene lokacije zahvata, no tek na temelju cjelovitog upoznavanja zalijeganja vodonosnika.

Istraživanja ove lokacije nastavljena su 2007. godine (Novosel i dr., IGH Zagreb). Provedena su istraživanja koja su sadržavala hidrogeološko kartiranje,mjerenja protoka na mjestima istjecanja izvora Striježevica, određivanje hidrokemijskih karakteristika vode, geofizička istraživanja, izradu konceptualnog modela napajanja izvora i prijedlog daljnjih istraživanja.

Navedenim istraživanjima polučeni su sljedeći zaključci:

Područje je pregledano s aspekta geoloških i hidrogeoloških karakteristika. Izvršeno je hidrološko snimanje protoka u potocima i izvorima, hidrogeološko kartiranje izvora, geokemijsko testiranje uzoraka vode in-situ s obzirom na fizičke karakteristike, analiza uzoraka u laboratoriju na glavne ione, metale i hranjive tvari, te mikrobiološka zagađenja.

Također, poprečno na odabrane potoke i izvore izvedena su geofizička mjerenja, metodom geoelektrične tomografije i elektromagnetskog sondiranja. Ti su radovi doprinijeli saznanjima, dobivenim kartiranjem, o rasprostiranju litoloških članova, te potencijalnim vodonosnim područjima što je rezultiralo izradom geološke i hidrogeološke karte te prognoznog presjeka.

Utvrđeno je sljedeće:

Naslage u neposrednoj blizini izvora Striježevica su miocenski brečokonglomerati, vapnenci, pješćenjaci i lapori, aluvij i proluvij koji čine pijesci, šljunci, kršje i gline. Ispod su glinoviti kloritski škriljci osnovne stijene, uglavnom kompaktni i slabo rastrošeni, osim u područjima rasjednih zona gdje je stjenovita masa dodatno razlomljena i zaglinjena. Ove naslage su djelomično, u području oko vodotoka Brzaje, prekrivene kvartarnim aluvijalnim naslagama prosječne debljine od oko 1,5 m, a najviše 5 m.

Strukturno ovo je područje intenzivno rasjedano, a fotogeološka interpretacija područja Striježevice na jugozapadnim padinama planine Papuk identificirala je tri dominantna seta lineamenata formirana tijekom alpinske orogeneze i recentnih neotektonskih pokreta, SSE orijentacije, EJE orijentacije iSSZ orijentacije.

Hidrografska mreža ovog područja zavisi od intenziteta, kontinuiteta i izraženosti pojedinog seta lineamenata, što se odražava u grupaciji mreže: prvog reda, drugog reda itd. Pružanje i geometrija fotogeoloških lineamenata direktno kontrolira hidrografsku mrežu, a vjerojatno samim time ima utjecaj na tokove podzemnih voda.

Osnovne strukturne Papučke jedinice stvorene su u vrijeme metamorfoze starijeg paleozoika dok u tercijaru dolazi do spuštanja i izdizanja pojedinih blokova i kasnija navlačenja mlađih na starije naslage i izdizanje metamorfnog kompleksa koji je izazvao bržu eroziju struktura.

Na istražnom području konstatirani su rasjedi sjeveroistok-jugozapad dolinom riječice Brzaje, te u području Mikalije i Mrkoplja sa spuštanjem desnog i lijevog krila, izdizanje i spuštanje blokova gdje su dovedene paleozojske stijene u kontakt sa tortonskim sedimentom. Konstatirani su mlađi rasjedi krajem tercijara sjever-jug koji su također doveli u kontakt paleozoik i tercijar

Glavni vodonosnici su aluvij potoka Brzaje i pijesci, šljunci i trošeni vapnenci miocenskog porijekla. Slabo propusnu sredinu čine lapori i glinoviti škriljci u podlozi. Vodopropusne naslage saturiraju se dijelom iz površinskih vodotoka i dijelom iz pojasa trošenja na obroncima uz inundacijsku dolinu Prisutnost dolomita („krpica") na zapadnoj strani potoka Brzaje je vrlo limitirana prostorno i dubinski što je i potvrđeno elektromagnetskim i geoelektričnim ispitivanjima. Također, na većim dubinama u području

istraživanja ne treba očekivati vodonosne sredine što je potvrđeno elektromagnetskim sondiranjem.

Na lokaciji izvora Striježevice (kod kuće u selu) građevinski radovi koji su se odvijali nezavisno od ovih ispitivanja ukazali su na procjeđivanje vode u aluviju na dubini od oko 5m. Geoelektrična i elektromagnetska istraživanja korelirana s postojećim bušotinama ukazuju na prisutnost zaglinjenog škriljavca ispod aluvija. Profil STRI-3 uzvodno od izvora ukazuje na pojave pijesaka i pješčenjaka uz padine koji bi mogli potencijalno biti djelomično vodonosni

Mjerenja protoka u potocima i na izvoru Striježevice ukazuju da su oni direktno ovisni o količini padalina, slivno područje za površinske vode iznosi preko 28km2. Protok Striježevice izmjeren je u relativno sušnom periodu kada je iznosio 11 l/s do 36 l/s u kišnom periodu. Treba pri tom uzeti u obzir da je dio vode skrenut radovima kod kuće u blizini izvora te ne ulazi u cijev koja onda utječe u Brzaju. Fotodokumentacija pokazuje relativno velike protoke snimane u šahtu kod kuće u Striježevici. Dio ove vode završava u rezervoaru južnije od kuće odakle se vjerojatno polako procjeđuje u aluvij.

Mjerenja fizikalnih karakteristika vode (temperatura, pH, EC, zasićenost kisikom) jasno ukazuju na razlike između površinske i podzemne vode. Voda uzeta s izvora ima slične karakteristike podzemne vode;

Kemijske analize ukazuju da je voda kalcij-karbonatnog tipa, s time da se mogu razlikovati voda iz Striježevice od vode iz Brzaje koja ima vise natrija i kalija te voda iz potoka Šamanovice koja je djelomično obogaćena sa sulfatima u odnosu na uzorke iz Striježevice. Analize na teške metale cink, olovo, željezo , mangan , aluminij ukazuju na male količine tih metala u vodi tj ispod razine propisane za vodu za piće;

Količine nitrata, nitrita i amonijaka ukazuju na čiste vode u kojima nema zagađenja antropogenog porijekla;

Bakteriološki voda iz gotovo svih uzoraka je neispravna za piće sto se odnosi na ukupne koliforme, echerichiucoli , enterokoke i aerobne bakterije. Budući da su uzorci većinom uzimani u područjima u kojima se ne očekuje antropogeni utjecaj, onda se ovakvo zagađenje može objasniti utjecajem domaćih i divljih životinja i organskom truleži bilja;

Analize stabilnih izotopa ukazuju da ja voda iz Brzaje tipično sastava kišnice , dok je voda iz Striježevice nešto težeg izotopnog sastava. Ovo ukazuje na ograničeno miješanje vode iz Brzaje s izvorskom vodom iz Striježevice. Uzorci iz Striježevice ukazuju na nedostatak

sekundarnih procesa koje implicira da se vodonosnik vjerojatno puni u današnjem klimatskom režimu tj voda je mlada.

S obzirom na geološke i hidrogeološke karakteristike, te podatke dobivene geoelektričnim i elektromagnetskim ispitivanjima, mjerenjem protoka i kvalitete vode te stabilnih izotopa, vodonosnik na užem području oko izvora Striježevica povoljnih je karakteristika s aspekta količine vode tj relativno stalnog protoka međutim bakteriološka kvaliteta vode ne zadovoljava uvjete vode za piće.

3. IZVEDBA ISTRAŽIVAČKO PIEZOMETARSKIH BUŠOTINA

Na području Striježevice izvedeno je sedam istraživačko-piezometarskih bušotina. Lokacije bušotina postavljene su na širem području Striježevice prema geološkim prilikama (prilog 1). Bušenje se provodilo direktnom metodom bušenja uz kontinuirano jezgrovanje, jezgrenim aparatom sa završnim promjerom Ø 131 mm, osim bušotine SP-3 čije se bušenje provodilo čekićem bez jezgrovanja. Do dubine 6.0 m bušotine su proširene profilom Φ 205 mm te je ugrađena uvodna cijev koja je cementirana. Uvodna cijev je od čeličnih cijevi promjera φ 168 mm s debljinom stijenke od 4 mm. U bušotine je ugrađena piezometarska konstrukcija promjera 114/103 mm. Intervali istraživačko-piezometarskih bušotina i opis materijala prikazani su tablicom 3.1.

Tablica 3.1 Intervali istraživačko-piezometarskih bušotina (m)

Intervali istraživačko-piezometarskih bušotina u metrima (Opis materijala)				
SP-1	**SP-2**	**SP-4**	**SP-6**	**SP-7**
0,0-11,0 (Puna plastična cijev)	0,0-9,0 (Puna plastična cijev)	0,0-9,0 (Puna plastična cijev)	0,0-12,0 (Puna plastična cijev)	0,0-9,0 (Puna plastična cijev)
11,0-15,0 (Sito, slotirano, otvora 1mm)	9,0-16,0 (Sito, slotirano, otvora 1mm)	9,0-15,0 (Sito, slotirano, otvora 1mm)	12,0-36,0 (Sito, slotirano, otvora 1mm)	9,0-15,0 (Sito, slotirano, otvora 1mm)
15,0-21,0 (Puna plastična cijev)	16,0-24,0 (Puna plastična cijev)	15,0-24,0 (Puna plastična cijev)	36,0-57,0 (Puna plastična cijev)	15,0-27,0 (Puna plastična cijev)
21,0-24,0 (Sito, slotirano, otvora 1mm)	24,0-27,0 (Sito, slotirano, otvora 1mm)	24,0-30,0 (Sito, slotirano, otvora 1mm)	57,0-63,0 (Sito, slotirano, otvora 1mm)	27,0-48,0 (Sito, slotirano, otvora 1mm)
24,0-33,0 (Puna plastična cijev)	27,0-34,0 (Taložnik, puna cijev)	30,0-36,0 (Puna plastična cijev)	63,0-70,0 (Taložnik, puna cijev)	48,0-57,0 (Puna plastična cijev)
33,0-36,0 (Sito, slotirano, otvora 1mm)		36,0-45,0 (Sito, slotirano, otvora 1mm)		57,0-63,0 (Sito, slotirano, otvora 1mm)
36,0-55,5 (Taložnik, puna cijev)		45,0-63,0 (Puna plastična cijev)		63,0-87,0 (Taložnik, puna cijev)
		63,0-69,0 (Sito, slotirano, otvora 1mm)		
		69,0-71,0 (Taložnik, puna cijev)		

Na osnovu determinacije nabušenog materijala i elektrokarotažnih mjerenja definirano je zacjevljenje bušotine. Tehničke konstrukcije koje se ugrađuju u bušotinu su pune PVC cijevi promjera 114/103 mm i sita s prorezima otvora 1,0 mm.

Na osnovu praćenja nabušenog materijala, elektrokarotažnih mjerenja i testiranja otvorenih bušotina SP-3 I SP-5 zaključeno je kako su bušotine "suhe" pa se piezometarska konstrukcija nije ugrađivala i nisu navedene u opisu napretka bušenja.

Kratki opis napretka bušenja:

SP-1 - Bušenje je napredovalo kroz glinu mjestimice s kamenim kršjem do 5,6 m a u nastavku kroz vapneni lapor u izmjeni s pješčenjakom do dubine 55,5 m.

SP-2 - Bušenje je napredovalo kroz glinu mjestimice s kamenim kršjem do dubine 5,9 m, a u nastavku kroz vapnenu breču, lapore, pješčenjake i glinu do konačne dubine 34,0 m.

SP-3 - Bušenje je izvedeno čekićem bez jezgrovanja zbog čega nije provedena determinacije istražne bušotine.

SP-4 - Bušenje je napredovalo kroz glinu, lapor, karbonatne breče i metamorfite do konačne dubine 71,0 m.

SP-5 - Bušenje je napredovalo kroz glinu, lapor, karbonatne breče i kalcitični pješčenjak dokonačne dubine 82,0 m.

SP-6 - Bušenje je napredovalo kroz glinu, lapor, karbonatne breče i vapnence do konačne dubine 70,0 m.

SP-7 - SP-7-Bušenje je napredovalo kroz glinu, lapor, karbonatne breče i vapnence do konačne dubine 95,0 m.

Ušće bušotine stabilizirano je betonskim blokom dimenzija 1*1*0,5 m. Vrh piezometarske cijevi nadvisuje teren 0,5 m, a cijev je osigurana kapom s lokotom. Piezometarska konstrukcija očišćena je prvo airliftom, a potom potopljenom crpkom. U bušotini je provedeno pokusno crpljenje.

4. POKUSNO CRPLJENJE I POSTIGNUTI REZULTATI

Tijekom prvih istraživanja (Protić, 1985., 1986) izvedeno je 5 istraživačkih bušotina od kojih su jednom nabušene vodonosne naslage. Kasnijim istraživanjima (Novosel i dr., 2007) razriješene su neke nedoumice, no nije utvrđen vodonosnik ni mehanizam pojavljivanja vode na izvoru. U tim se interpretacijama nalazi niz vrlo nejasnih geoloških situacija koje su se nisu mogle razjasniti.

Provedena je detaljna geološka terenska prospekciju neposrednog područja pojavljivanja vode i šireg područja, s analizom geološke građe područja Striježevice za potrebe definiranja hidrogeoloških odnosaidefiniranje mikro lokacija istraživačkih bušotina.

Ovim novo provedenim istraživanjima polučeni su rezultati koji ukazuju na vrlo složenu geološku situaciju na lokaciji Striježevice. Rekonstrukcijom geološke građe na osnovu istraživačkih bušotina definiran je mehanizam pojavljivanja podzemne vode na izvoru.

Ranijim istraživanjima je pretpostavljeno kako se izvor Striježevica pojavljuje iz površinskih aluvijalnih naslaga šljunka.

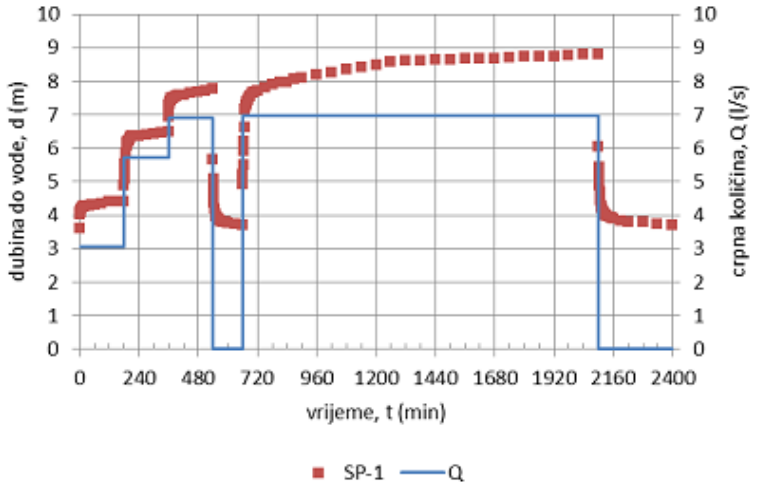
U okviru novih istraživanja ukupno je izvedeno sedam istraživačkih bušotina. Prva bušotina SP-1 postavljena je na lokaciji ranije načinjene bušotine B-1. Ova je bušotina trebala provjeriti postojanje ranije utvrđenih karbonatnih vodnosnih naslaga. Ostale bušotine su razmještane prema pretpostavljenom pružanju naslaga gornjeg badena koju bi trebale biti vodonosne. Pretpostavljene lokacije bušotina koregirane su prema rezultatima prethodnih bušotina. Dvije bušotine SP-3 i SP-5 su bile "suhe" i u njih se nije ugrađivala piezometarska konstrukcija.

Na koncu je provedena seriozna rekonstrukcija geološke građe na osnovu koje je načinjen hidrogeološki zemljovid (prilog 2) te shematski profili na kojima je prikazana struktura naslaga (prilog 3). Trase ranije pretpostavljenih rasjeda su postavljene prema polučenim rezultatima istraživačkog bušenja, a rezultati testiranja bušotina pokazuju na komunikaciju podzemne vode.

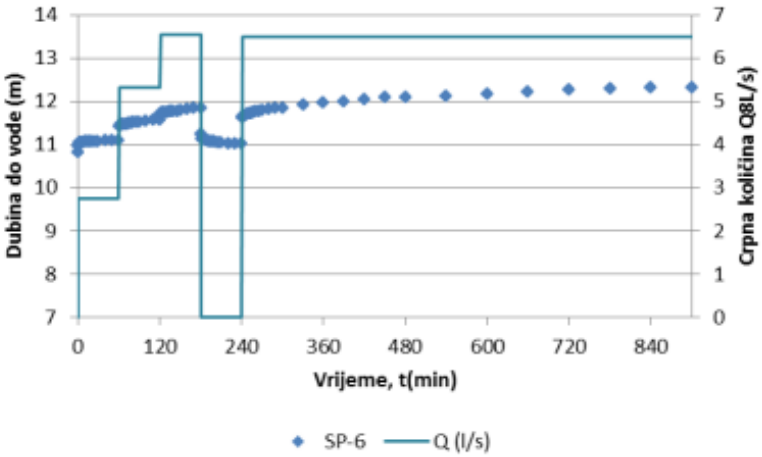
Može se zaključiti kako je tektonska aktivnost na ovoj lokaciji stvorila blokove koji su hidrogeološki međusobno izolirani u ovim vršnim dijelovima. Pokazalo se kako je relativno

mali blok u području između bušotine SP-1 i SP-7 jedino perspektivan za zahvat podzemne vode. Uz taj se blok veže i pojava vode na izvoru.

Zacjevljene bušotine su očišćene i na njima je provedeno pokusno crpljenje. Crpilo se prvo s promjenom crpne količine u tri koraka i potom pratio povrat vode u bušotini. Zatim se crpilo sa stalnom količinom u trajanju od 24 sata, pa se potom opet pratio povrat vode u bušotinu. Ovdje će se prikazati rezultati interpretacije crpljenja za bušotine SP-1 i SP-6 (slike 4.1. i 4.2).



Slika 4.1 Dijagram ukupnog postupka pokusnog crpljenja bušotine SP-1 s prikazom crpne količine (prema Hlevnjak i dr., 2014)



Slika 4.2. Dijagram ukupnog postupka pokusnog crpljenja bušotine SP-6 s prikazom crpne količine (prema Hlevnjak i dr., 2014)

4.1. Intepretacija pokusnih crpljenja

Pokusno crpljenje je zamišljeno tako da se prikupe podaci nužni za određivanje hidrauličkih parametara bušotine i parametara vodonosnika. Pri tako postavljenoj zadaći, stalna količina korištena je za identifikaciju transmisivnosti vodonosnika, a režim ukupnog postupka crpljenja, s četiri različite crpne količine i opažanjem povratka razine vode po prekidu crpljenja, prilagođen je za određivanje linearnih (formacijskih) i nelinearnih gubitaka.

4.2. Bušotina SP-1

Parametri crpljene bušotine definirani su parametrima linearnih i nelinearnih gubitaka, za određivanje kojih se primjenjuje crpljenje s različitim crpnim količinama, kako bi se ostvarili uvjeti za rješenje kvadratne jednadžbe. Ukupno sniženje u bušotini izraženo linearnim gubicima u vodonosniku i nelinearnim gubicima na rubu konstrukcije bušotine može se izraziti odnosom:

$$s_i = BQ + CQ^2 \tag{4.1}$$

pa se razlika između svaka dva uzastopna koraka u pokusnom crpljenju može preurediti na:

$$\frac{\delta s_i}{\delta Q_i} = B + C \frac{Q^2_i - Q^2_{i-1}}{\delta Q_i} \tag{4.2}$$

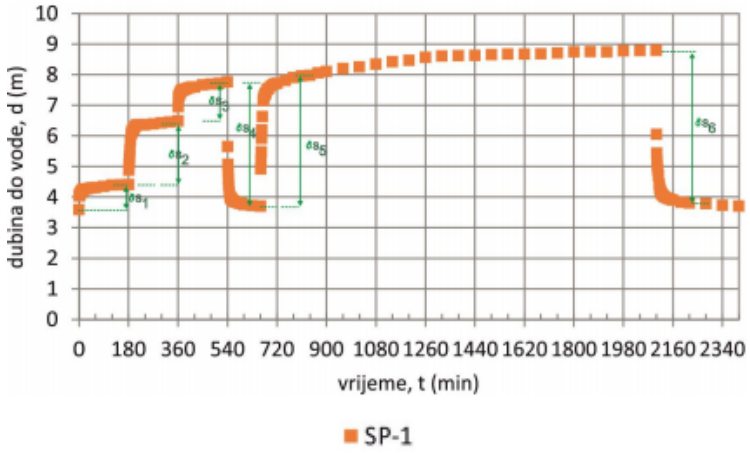
gdje je:

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

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

$\delta s_i / \delta Q_i$ - ekvivaletno specifično sniženje

$$\frac{Q^2_i - Q^2_{i-1}}{\delta Q_i} = Q_q$$ - ekvivalentna izdašnost između pojedinih koraka u pokusnom crpljenju (4.3)



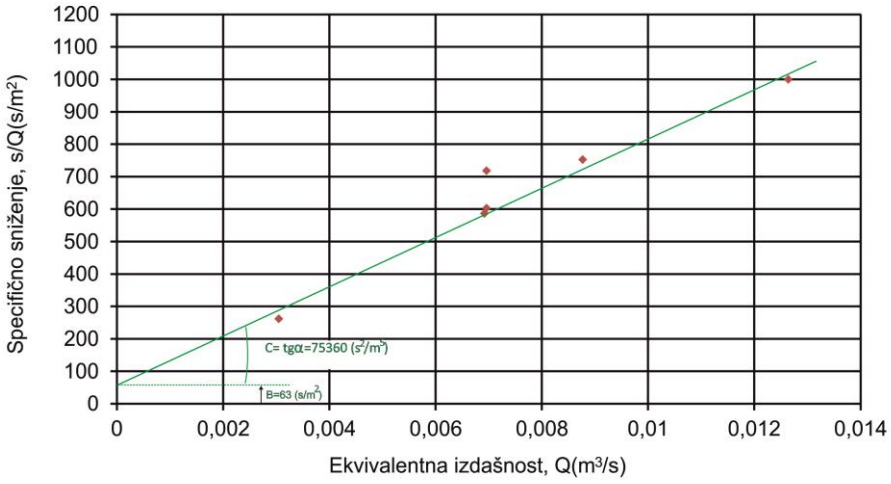
Slika 4.3. Dijagram kolebanja razine vode i prirasti sniženja (δsi) za crpljnje u koracima pri pokusnom crpljenju (prema Hlevnjak i dr., 2014)

Zadnja jednadžba u stvari predstavlja linearizirani 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. Polazni podaci o kolebanju razine vode u crpljenom objektu, koje nastaje pri svakom koraku pokusnoga crpljenja navedeni su u listi opažanja i ilustrirani su na slici 4.3. Prirast sniženja razine vode u crpljenom objektu, a koje nastaje kroz 120 minuta nakon svake promjene crpne količine, polazeći od nulte količine, uneseni su na tablicu 4.1 i na temelju njihovih vrijednosti izračunati su iznosi ekvivalentnog specifičnog sniženja i ekvivalentne izdašnosti.

Tablica 4.1. Podaci pokusnog crpljenja u koracima bušotine SP-1.

Korak "i"	**Crpna količina Q (m3/s)**	**Porast crpne količine, δQ (m3/s)**	**Prirast sniženja δs (m)**	**Ekvivalentna izdašnost $\frac{Q^2i - Q^2i\text{-}1}{\delta Qi}$ (m^3/s)**	**Ekvivalentno spec. sniženje δs/δQ (s/m2)**
0.	0		0		
I.	0,00305	0,00305	0,8	0,00305	262,3
II.	0,00572	0,00267	2,01	0,00877	752,8
III.	0,00692	0,0012	1,2	0,01264	1000,0
IV.	0	0,00692	-4,06	0,00692	586,7
V.	0,00696	0,00696	4,2	0,00696	603,4
VI.	0	0,00696	-5	0,00696	718,4

Vrijednosti pojedinih ekvivalentnih specifičnih sniženja i pripadajuće ekvivalentne izdašnosti objekta (tablica 4.1) uneseni u dijagram na slici 4.4. čine pravac koji priesjeca ordinatu kod vrijednosti B = 63 s/m² (za t=120 min), dok nagib pravca predstavlja vrijednost nelinearnih gubitaka, C = 75360 s² /m. [5]



Slika 4.4. Grafička analiza ekvivalentnog specifičnog sniženje i ekvivalentne izdašnosti bušotine SP-1 prema podacima s tablice 4.1.

Konačne vrijednosti svih parametara bušotine prikazani su na tablici 4.2.

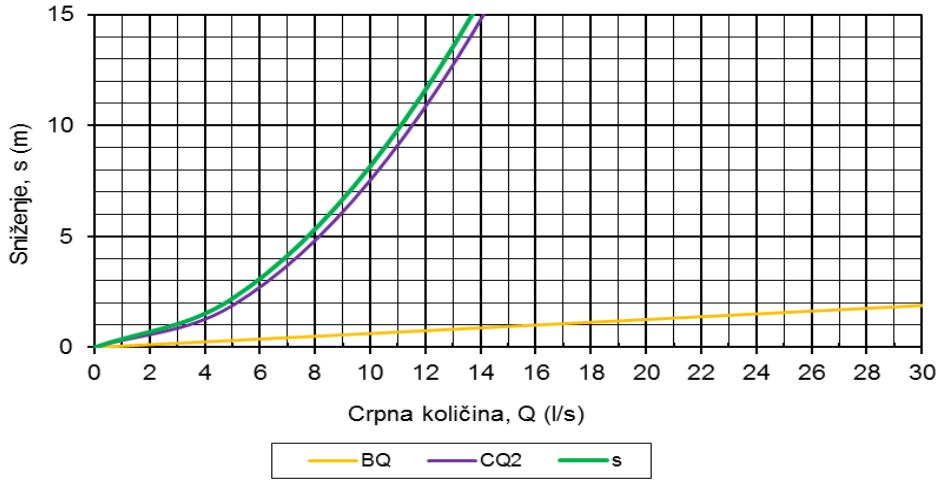
Tablica 4.2. Parametri bušotine SP-1

Parametar linernih gubitaka	Parametar nelinernih gubitaka
B (s/m²)	C (s²/m⁵)
63	75630

4.3. Izdašnost bušotine SP-1

Na temelju procjenjenih podataka dobivenih gore prikazanom interpretacijom može se odrediti izdašnost bušotine u funkciji sniženja koje se može izraziti jednadžbom (4-1),

a za 120 minutno crpljenje mogu se koristiti vrijednosti parametara B = 63 s/m^2 i C = 75630 s^2/m^5 (koji je neovisan o vremenu). Takvo ukupno sniženje u funkciji crpne količine Q te pojedini gubici (BQ - linearni i CQ^2 - nelinearni) prikazani su na slici 4.5.



Slika 4.5. Dijagram s=f(Q) i pojedine vrste gubitaka za crpljenje bušotine SP-1 (prema Hlevnjak i dr., 2014)

Na temelju dobivenih parametara može se procjeniti maksimalna izdašnost bušotine, a prema našim iskustvenim zapažanjima i nekim literaturnim navodima, kao odnos

$$Q_{max} \cong \frac{B + 28C - B}{2C} \cong 9 \ (l/s) \qquad (4\text{-}4)$$

tj. maksimalna kao maksimalna crpna količina mogla bi se uzeti ona koja u kratkotrajnom razvitku ostvari sniženje od 7 m (slika 4.5) koja iznosi Qmax = 9 l/s. Svakako da bi u dugoročnom razvitku sniženje pri stalnom crpljenju ove bušotine sniženje bilo minimalno dvostruko. Kako se radi o bušotini relativno malog promjera, može se pretpostaviti da bi se na ovoj lokaciji izvedbom objekta primjerenog promjera mogla polučiti izdašnost od oko 10- 15 l/s.

4.4. Bušotina SP-6

Parametri crpljene bušotine definirani su parametrima linearnih i nelinearnih gubitaka, za određivanje kojih se primjenjuje crpljenje s različitim crpnim količinama, kako bi se ostvarili uvjeti za rješenje kvadratne jednadžbe. Ukupno sniženje u bušotini izraženo linearnim gubicima u vodonosniku i nelinearnim gubicima na rubu konstrukcije bušotine može se izraziti odnosom:

$$si = BQ+CQ^2 \tag{4.1}$$

pa se razlika između svaka dva uzastopna koraka u pokusnom crpljenju može preurditi na:

$$\frac{\delta s_i}{\delta Q_i} = B + C \frac{Q^2_i - Q^2_{i-1}}{\delta Q_i} \tag{4.2}$$

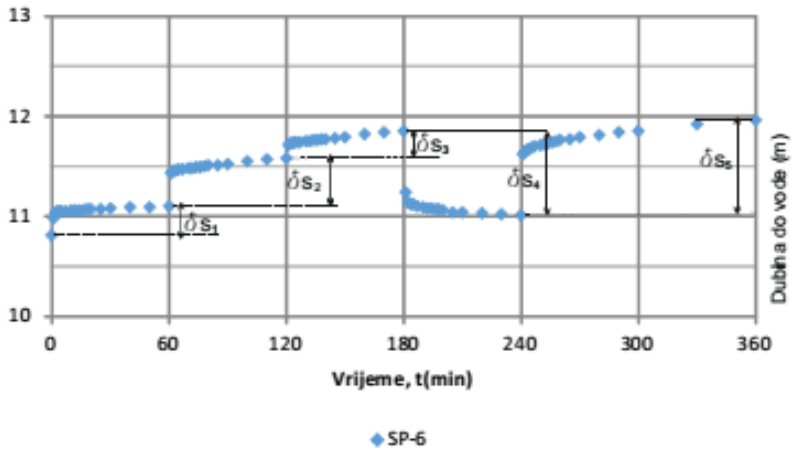
gdje je:

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

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

$\delta s_i / \delta Q_i$ - ekvivaletno specifično sniženje

$$\frac{Q^2_i - Q^2_{i-1}}{\delta Q_i} = Q_q$$ - ekvivalentna izdašnost između pojedinih koraka u pokusnom crpljenju (4.3)



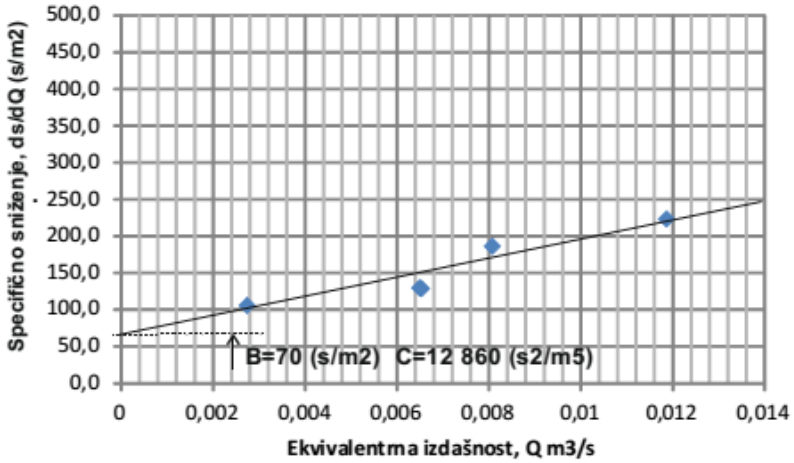
Slika 4.6. Dijagram kolebanja razine vode i prirasti sniženja (δsi) za crpljnje u koracima pri pokusnom crpljenju. (prema Hlevnjak i dr., 2014)

Zadnja jednadžba u stvari predstavlja linearizirani 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. Polazni podaci o kolebanju razine vode u crpljenom objektu, koje nastaje pri svakom koraku pokusnoga crpljenja navedeni su u listi opažanja i ilustrirani su na slici 4.6. Prirast sniženja razine vode u crpljenom objektu, a koje nastaje kroz 120 minuta nakon svake promjene crpne količine, polazeći od nulte količine, uneseni su na tablicu 4.3 i na temelju njihovih vrijednosti izračunati su iznosi ekvivalentnog specifičnog sniženja i ekvivalentne izdašnosti.

Tablica 4.3. Podaci pokusnog crpljenja u koracima bušotine SP-6.

Korak "i"	**Crpna količina Q (m3/s)**	**Porast crpne količine, δQ (m3/s)**	**Prirast sniženja δs (m)**	**Ekvivalentna izdašnost $\frac{Q^2i - Q^2i\text{-}_1}{\delta Qi}$ (m^3/s)**	**Ekvivalentno spec. sniženje δs/δQ (s/m2)**
0.	0		0		
I.	0,00275	0,00275	0,29	0,00275	106
II.	0,00533	0,00258	0,48	0,00808	186
III.	0,00654	0,00121	0,27	0,01187	223
IV.	0	0,00654	0,84	0,00654	128
V.	0,0065	0,0065	0,84	0,0065	129

Vrijednosti pojedinih ekvivalentnih specifičnih sniženja i pripadajuće ekvivalentne izdašnosti objekta (tablica 4.3) uneseni u dijagram na slici 4.7. čine pravac koji priesjeca ordinatu kod vrijednosti B = 70 s/m² (za t=60 min), dok nagib pravca predstavlja vrijednost nelinearnih gubitaka, C = 12.860 s²/ m.[5]



Slika 4.7. Grafička analiza ekvivalentnog specifičnog sniženje i ekvivalentne izdašnosti bušotine SP-1 prema podacima s tablice 4.3. (prema Hlevnjak i dr., 2014)

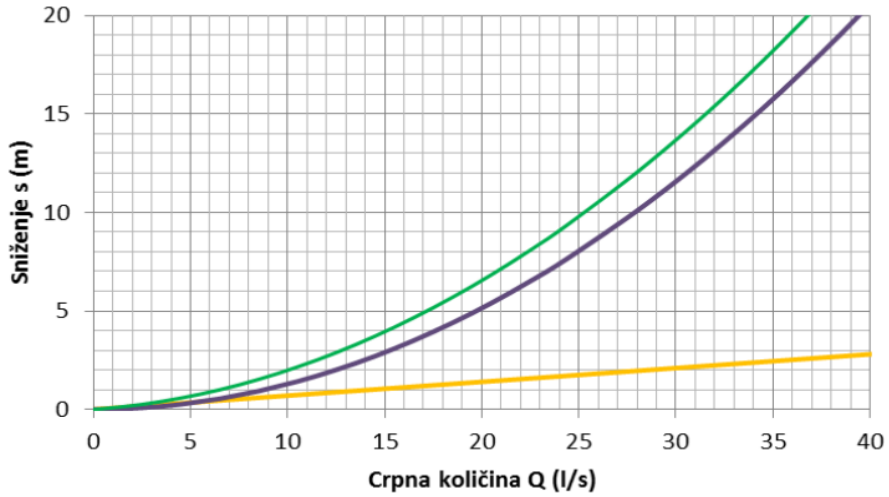
Konačne vrijednosti svih parametara bušotine prikazani su na tablici 4.4.

Tablica 4.4. Parametri bušotine SP-6

Parametar linernih gubitaka	Parametar nelinernih gubitaka
B (s/m²)	C (s²/m⁵)
70	12860

4.5. Izdašnost bušotine SP-6

Na temelju procjenjenih podataka dobivenih gore prikazanom interpretacijom može se odrediti izdašnost bušotine u funkciji sniženja koje se može izraziti jednadžbom (4.1), a za 120 minutno crpljenje mogu se koristiti vrijednosti parametara B = 70 s/m^2 i C = 12.860 s^2/m^5 (koji je neovisan o vremenu). Takvo ukupno sniženje u funkciji crpne količine Q te pojedini gubici (BQ - linearni i CQ^2 - nelinearni) prikazani su na slici 4.8.



Slika 4.8. Dijagram s=f(Q) i pojedine vrste gubitaka za crpljenje bušotine SP-6.
(prema Hlevnjaki dr., 2014)

Na temelju dobivenih parametara može se procjeniti maksimalna izdašnost bušotine, a prema našim iskustvenim zapažanjima i nekim literaturnim navodima, kao odnos (4-4), tj. maksimalna kao maksimalna crpna količina mogla bi se uzeti ona koja u kratkotrajnom razvitku ostvari sniženje od 7 m (slika 4.8) koja iznosi Qmax = 20 l/s. Svakako da bi u dugoročnom razvitku sniženje pri stalnom crpljenju ove bušotine sniženje bilo minimalno dvostruko. Kako se radi o bušotini relativno malog promjera, može se pretpostaviti da bi se na ovoj lokaciji izvedbom objekta primjerenog promjera mogla u dugotrajnom crpljenju pouzdano polučiti izdašnost od oko 15-20 l/s bez obzira na hidrološke prilike.

5. KAKVOĆA VODE

Analiza uzoraka vode iz istraživačko-piezometarskih bušotina načinjene su u Zavodu za javno zdravstvo dr. Andrija Štampar u Zagrebu. Rezultati fizikalno-kemijske analize vode iz bušotina pokazuju dobru kakvoću vode koja po svim pokazateljima odgovara Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (N.N. br. 125/13) te su prikazani tablicom 5.1. Zapaža se jedino nešto povišeni sadržaj željeza i mangana u bušotini SP-1, ali je on popraćen povećanom mutnoćom što ukazuje da je uzorak vode uzet prije nego je bušotina bila potpuno očišćena.

Tablica 5.1. Rezultati fizikalno kemijske analize vode iz bušotina s prikazom dozvoljenih vrijednosti (MDK) prema Pravilniku (N.N. br. 47/08).

Naziv parametra	Metoda	Mjerna jedinica	SP-1	SP-2	MDK
Mutnoća	HRN EN ISO 7027:2001*	NTU jedinica	31	2,1	4
Boja	SM 2120 B	mg/L PtCo skale	25	20	20
Električna vodljivost	HRN EN 27888:2008	µS/cm	395	427	2500
Amonijak	HRN ISO 7150-1:1998	mg NH_4/l	<0,05	<0,05	0,5
Nitrati	SM 4500-NO_3 B	mg NO_3/l	6,70	3,20	50,0
Nitriti	HRN ISO 7150-1:1998	mg NO_2/l	<0,03	<0,03	0,50
Kloridi	SM 4500-CI E	mg Cl/l	4,04	2,67	250
Željezo (Fe)	HRN ISO 6332:2001a	µg/l Fe	**629**	30,5	200
Mangan	M 2-25/E	µg Mn/l	**80,4**	<10	50
Sulfati	M 2-27/E	mg SO_4/l	10,9	21,0	250
Ukupna tvrdoća (105°C)	DIN 384 DR T2-H2-2, 1967	mg/l	**44**	2	-
Arsen	HRN EN ISO 11959:1998	µg/l As	3,55	<0,50	10

U analizi iz bušotine SP-1 se zapaža loša bakteriološka situacija. Bušenje se provodilo uz korištenje vode iz potoka koja je vjerojatno onečišćena, a bušotine nije sterilizirana po završetku izvedbe, odnosno prije uzimanja uzoraka vode.

7. ZAKLJUČAK

Kako bi se povećao kapacitet vode za potrebe vodoopskrbnog sustava Požeštine izvedena su istraživanja koja su se usmjerila na vodonosnik, geološku strukturu i mehanizam pojave vode na izvoru. Provedena je detaljna geološka terenska prospekciju neposrednog područja pojavljivanja vode i šireg područja, s analizom geološke građe područja Striježevice za potrebe definiranja hidrogeoloških odnosa lokacije.

Izvedeno je ukupno sedam istraživačko piezometarskih bušotina. Šest bušotina je postavljeno u desnom boku doline Brzaje, u boku u kojem se pojavljuje izvor Striježevica. Jedna bušotina je postavljena u lijevom boku doline. Ovim istraživanjima uklonjena je nedoumica kako se izvor Striježevica iz površinskih aluvijalnih naslaga šljunka obzirom one da nisu nabušene u značajnijem razvitku na ovoj lokaciji.

Provedenim istraživačkim bušenjem ustanovljeno se na ovoj lokaciji izmjenjuju naslage lapora, vapnenog lapora, vapnenaca, te konglomerata, breča i pješčenjaka koji su izgrađeni od fragmenata karbonatnih stijena s ostacima ljuštura, odnosno pretaloženih karbonatnih stijena koje su "upadale" laporovite naslage i tvorile relativno propusne proslojke. Pomnijom analizom nabušenih naslaga zapažaju se tragovi koji ukazuju na komunikaciju podzemne vode i okršavanje. Zapažaju se raspucane zone mjestimice i većih razmjera koje vjerojatno uvjetuju glavne smjerove komunikacije podzemne vode. U isto vrijeme istraživačko bušenje je pokazalo izrazito kompliciranu strukturu i razlomljenost područja na blokove koje međusobno ne komuniciraju, barem do dubine izvedenih bušotina.

Kao najpovoljnija zona, blok, pokazalo se područje između bušotine SP-1 i SP-6. Ovdje se pokazala znatna izdašnost nabušenih stijena. Prema rezultatima pokusnih crpljenja istraživačke bušotine SP-1, zdencem bi se na toj lokaciji moglo zahvatiti oko 10-15 l/s, dok se na lokaciji bušotine SP-6 može očekivati izdašnost zdenca 15-20l/s.

Može se reći da je istraživanjima potvrđeno postojanje vodonosnih naslaga u kojima bi se zdencima primjerene konstrukcije moglo zahvatiti znatnu količinu podzemne vode za

potrebe vodoopskrbe. Na osnovu ovih istraživanja može se definirati konačna lokacija zahvaćanja podzemne vode. U nastavku se preporuča načiniti još jedna istraživačka bušotina u području između bušotina SP-1 i SP-6 kako bi se moglo pouzdano odrediti maksimalna izdašnost lokacije. Bušotina bi se izvela do dubine 50 m istim načinom kao i dosadašnje bušotine.

Uz lokaciju bušotine SP-6 izveo bi se prvi istraživački zdenac na kojem bi se provelo pokusno crpljenje u koracima i sa stalnom količinom u trajanju 72 sata kako bi se moglo što pouzdanije odrediti hidraulički parametri i izdašnost vodonosnika. Ovim bi se radovima moglo definirati broj i raspored zdenaca u konačnom razvitku izvorišta.

7. LITERATURA

Hlevnjak, B., Duić, Ž., Pavelić, D., (2014): Vodoopskrbni sustav Požege – Hidrogeološka istraživanja na lokaciji Striježevica, Sveučilište u Zagrebu, RGN fakultet, Zagreb.

Jamičić, D., Brkić, M. (1987): Osnovna geološka karta i tumač za list Orahovica SFRJ 1:100 000, Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.

Jelić, L., Mihelčić, D., (2012): Konfiguracija vodoopskrbnog sustava Požeštine za uvjete maksimalne iskoristivosti izvorišta na obroncima Papuka, Zavoda za znanstveni i umjetnički rad u Požegi, Požega.

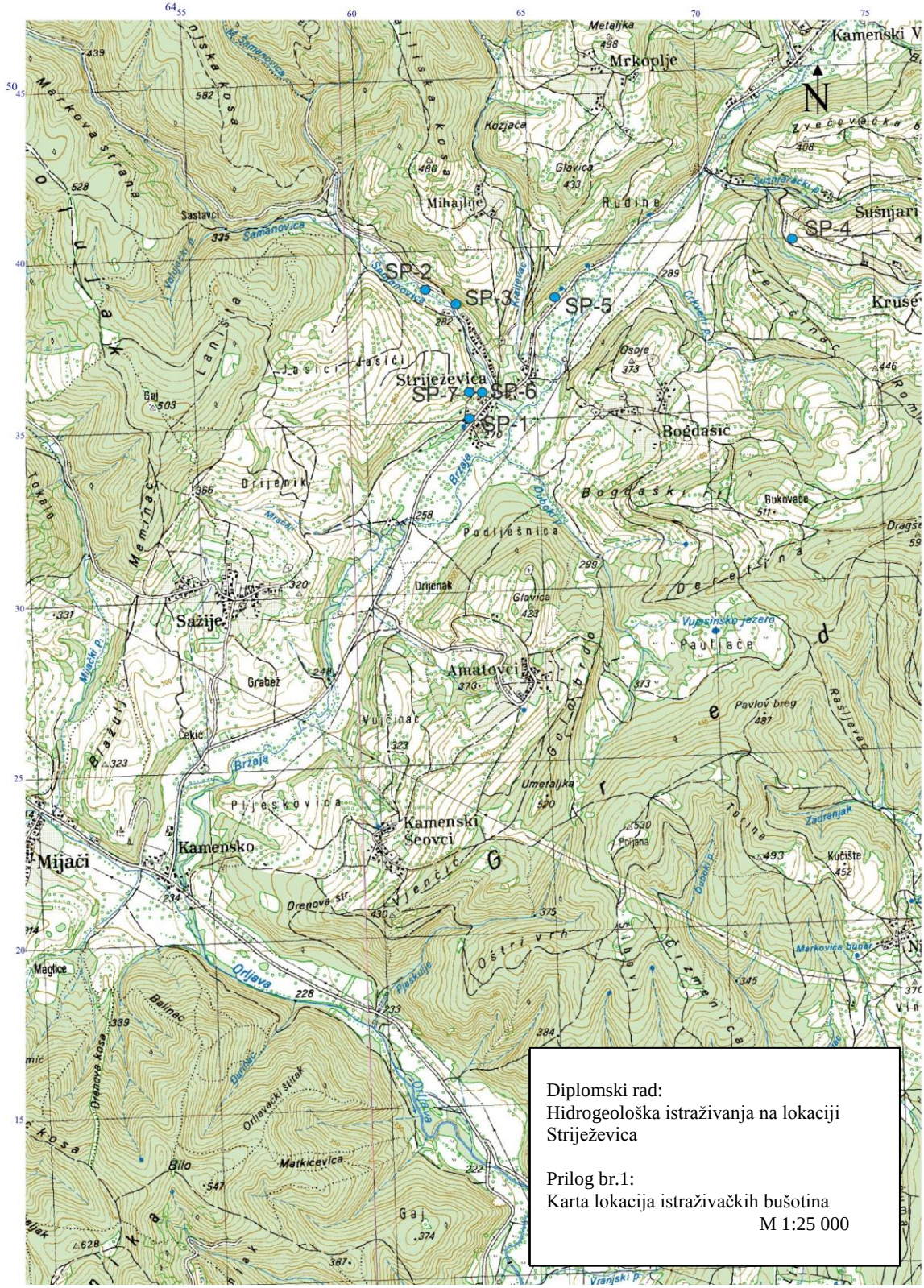
Novosel, T. (2007): Hidrogeološka istraživanja na lokaciji Striježevica, IGH Zagreb.

Protić, D., Šarić, V. (1986): Elaboborat o izvedenim hidrogeološkim istraživanjima u cilju kartiranja vrela „Striježevice“ kod slavonske Požege.

PRILOZI

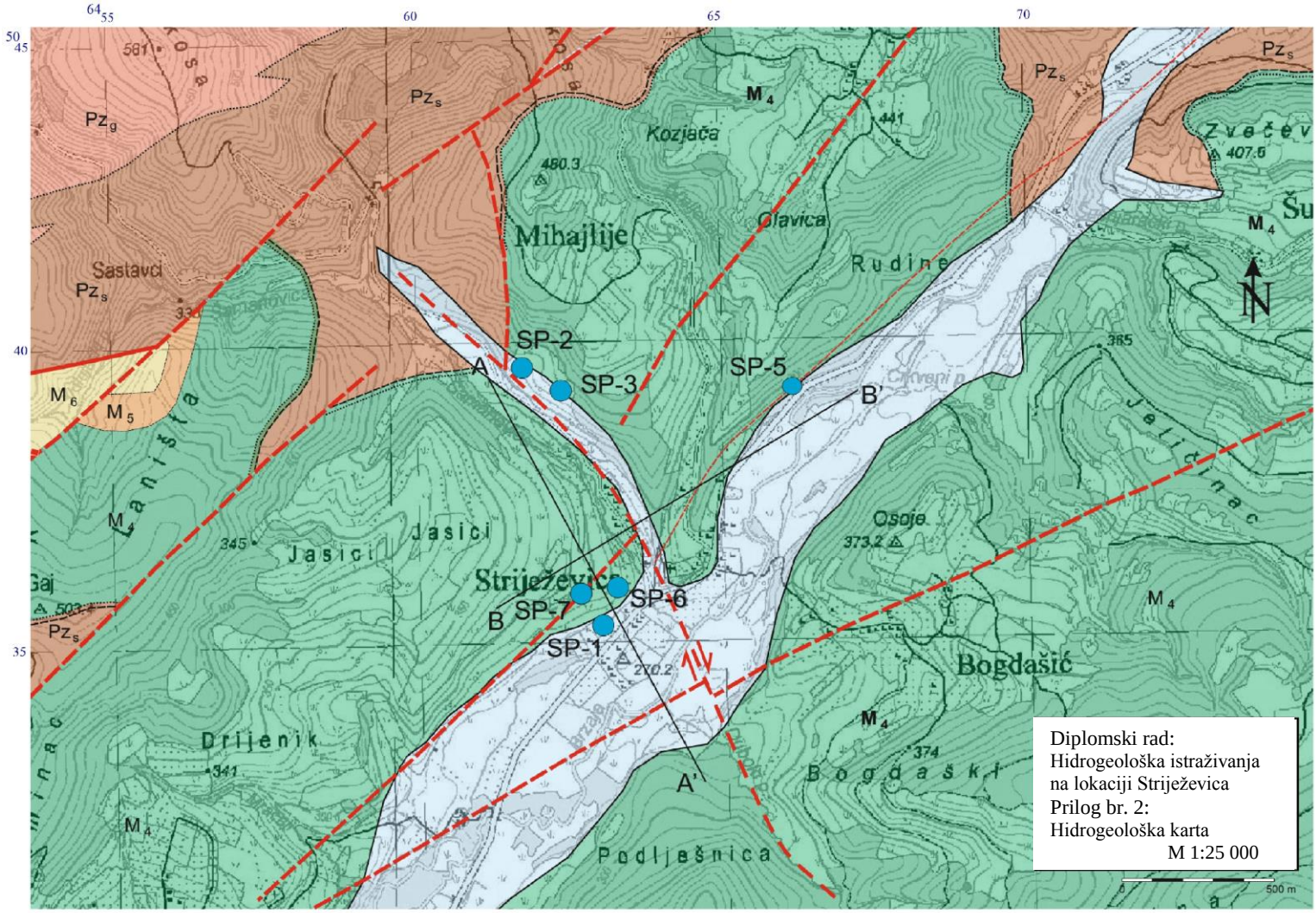
Prilog 1

Karta lokacija istraživačkih bušotina


SP-1
SP-2
SP-3
SP-4
SP-5
SP-6
SP-7
Strižević
Mrkoplje
Kamenski V
Šušnjari
Kruše
Bogdašić
Sažije
Amatovci
Kamenski Ševci
Kamensko
Mijaci
Podlješnica
Brzaja
Orljava
Vujsinsko jezero
Paulače
Mihajlije
Sastavci
Jasići
Drijenak
Grabež
Vujčinac
Cekić
Magtice
Bilo
Gaj
Matkićevica
Kozjaca
Glavica
Rudine
Osoje
Bukovače
Pavlov breg
Umetaljka
Prijana
Kućište
Markovica bunar
Drenova str.
Orljevački štitak
Oštri vrh
Vjenčić
Golobrdo
Rašljevac
Zadranjak
Trine
Duboka
Krizmenica
Delinac
Bogdaški
Deretina
Markova strana
Lanište
Memlinac
Blažuj
Balinac
Drenova kosa
Pijeskovica
Šamanovica
Mijački p.
Vranjski p.
Sušnjarački p.
Kamenska kosa
Lisičja kosa
Lisička kosa
Ljubinska kosa
Ljubinska strana
Tolanja
Ljubinska
Mramor
Pijesci
Pijesci
Metaljka
Zvečevička
Romanija
Dragše
Ljubinska
Ljubinska
Ljubinska

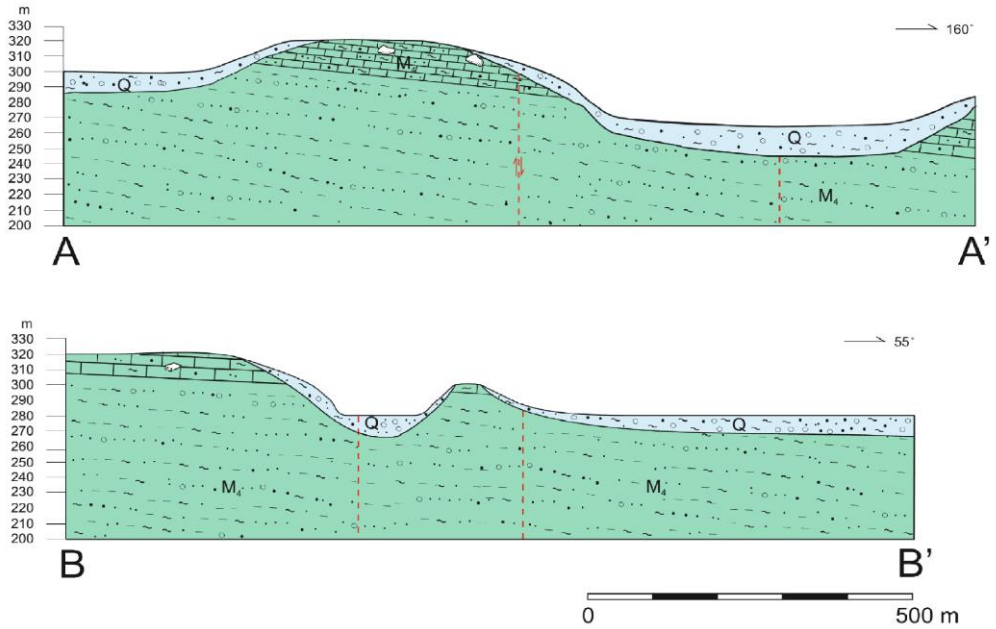
Prilog 2

Hidrogeološka karta



Prilog 3

Hidrogeološki profil područja istraživanja



Legenda za hidrogeološki zemljovid (prilog 2) i profile

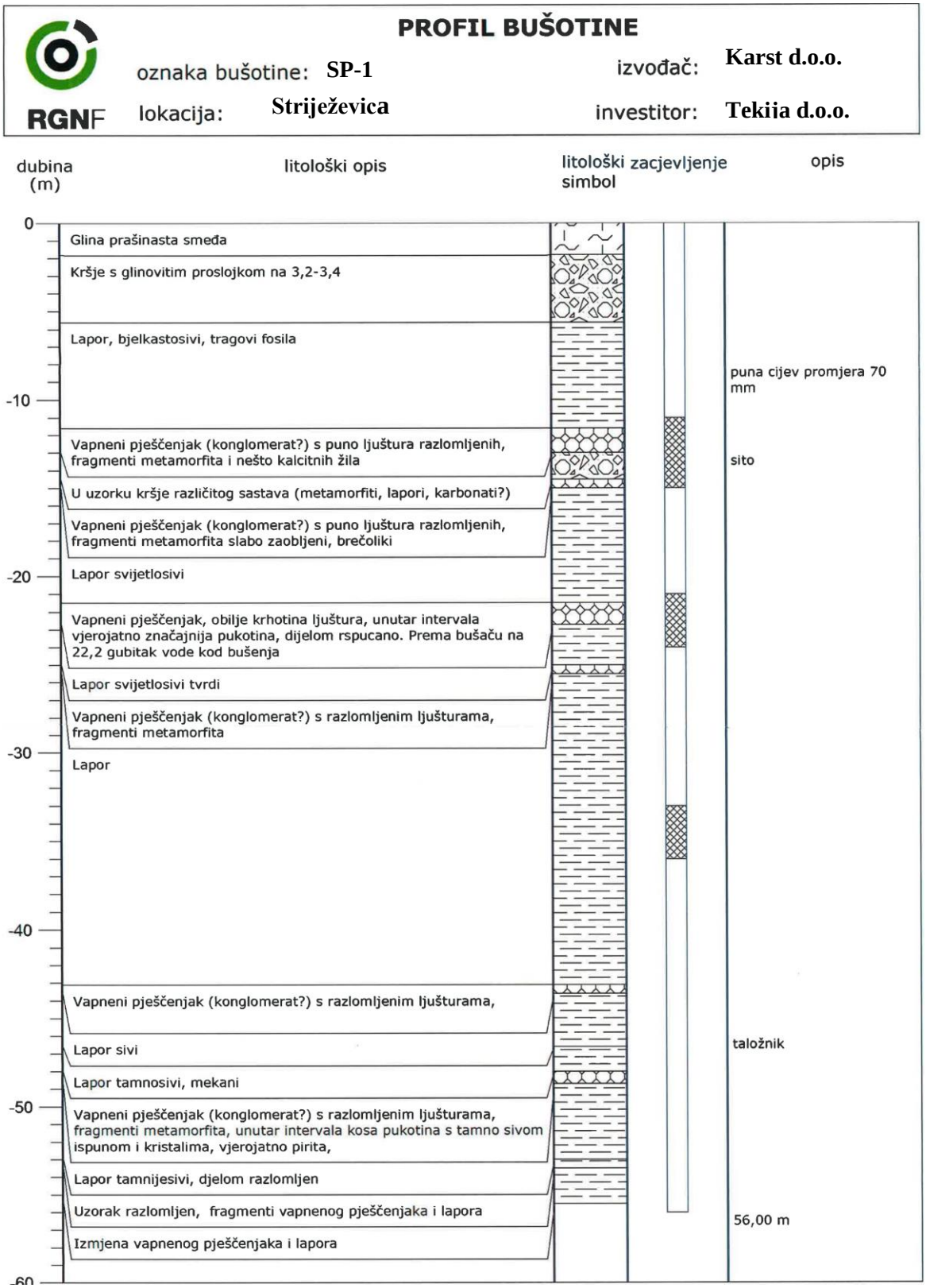
- Q — kvartar - šljunci, pijesci, siltovi, gline
- M_5 — panon - lapori
- M_5 — sarmat - gline, lapori, vapnenci
- M_4 — baden - vapnenci, lapori, gline, siltiti, pješčenjaci, konglomerati
- Pz_g — sr. - g. paleozoik - biotit-muskovitni gnajsevi
- Pz_s — sr. - g. paleozoik - klorit-sericitski škriljavci
- A A' — trasa profila na prilogu 2
- normalna geološka granica
- normalna geološka granica, pretpostavljena
- diskonformna geološka granica, pretpostavljena
- rasjed, pretpostavljen
- rasjed, pretpostavljen, s oznakom kretanja
- SP-6 bušotina

Diplomski rad:
Hidrogeološka istraživanja na lokaciji Striježevica

Prilog br.3:
Hidrogeološki profili područja istraživanja

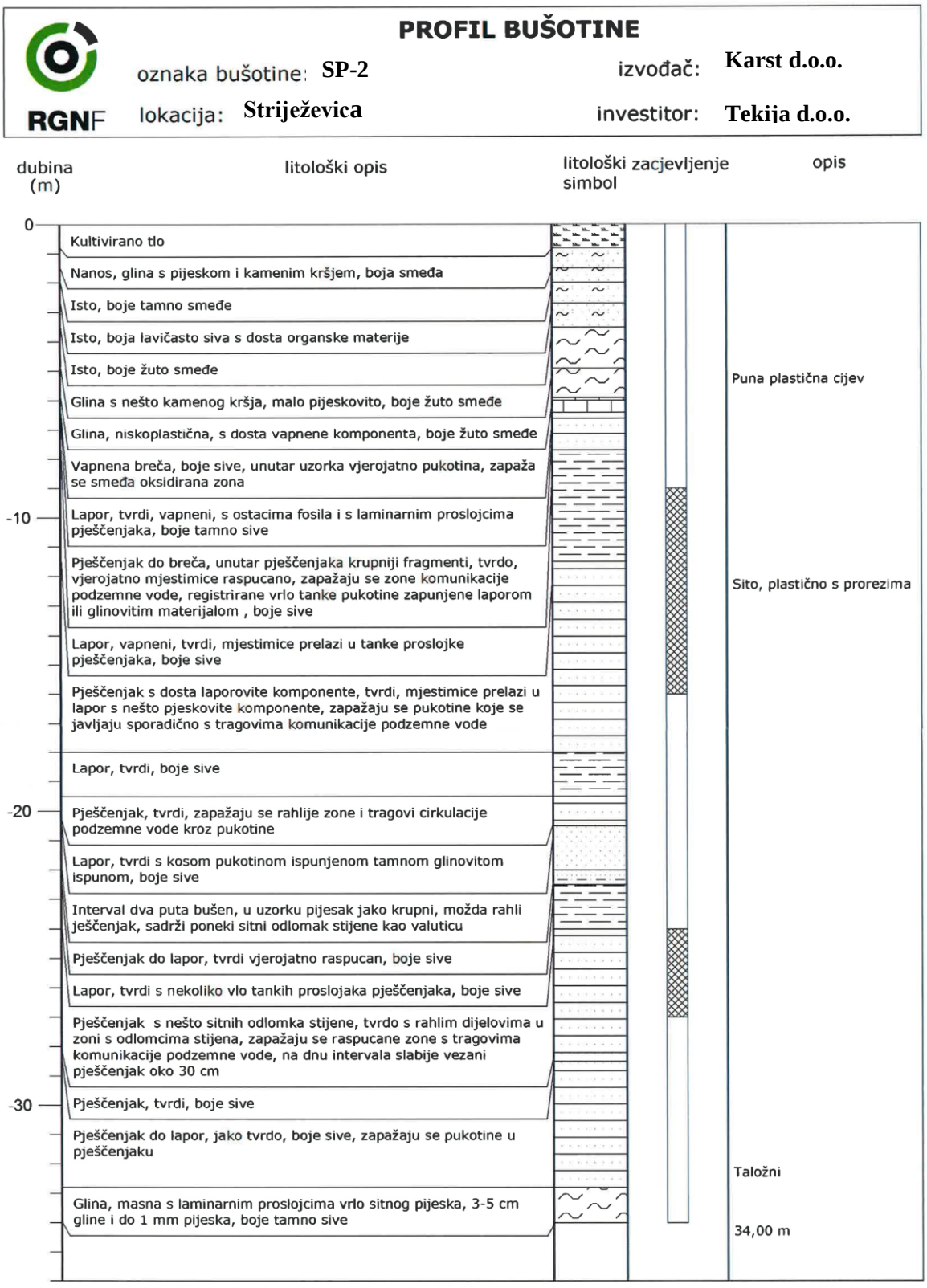
Prilog 4

Profil istraživačke bušotine SP-1



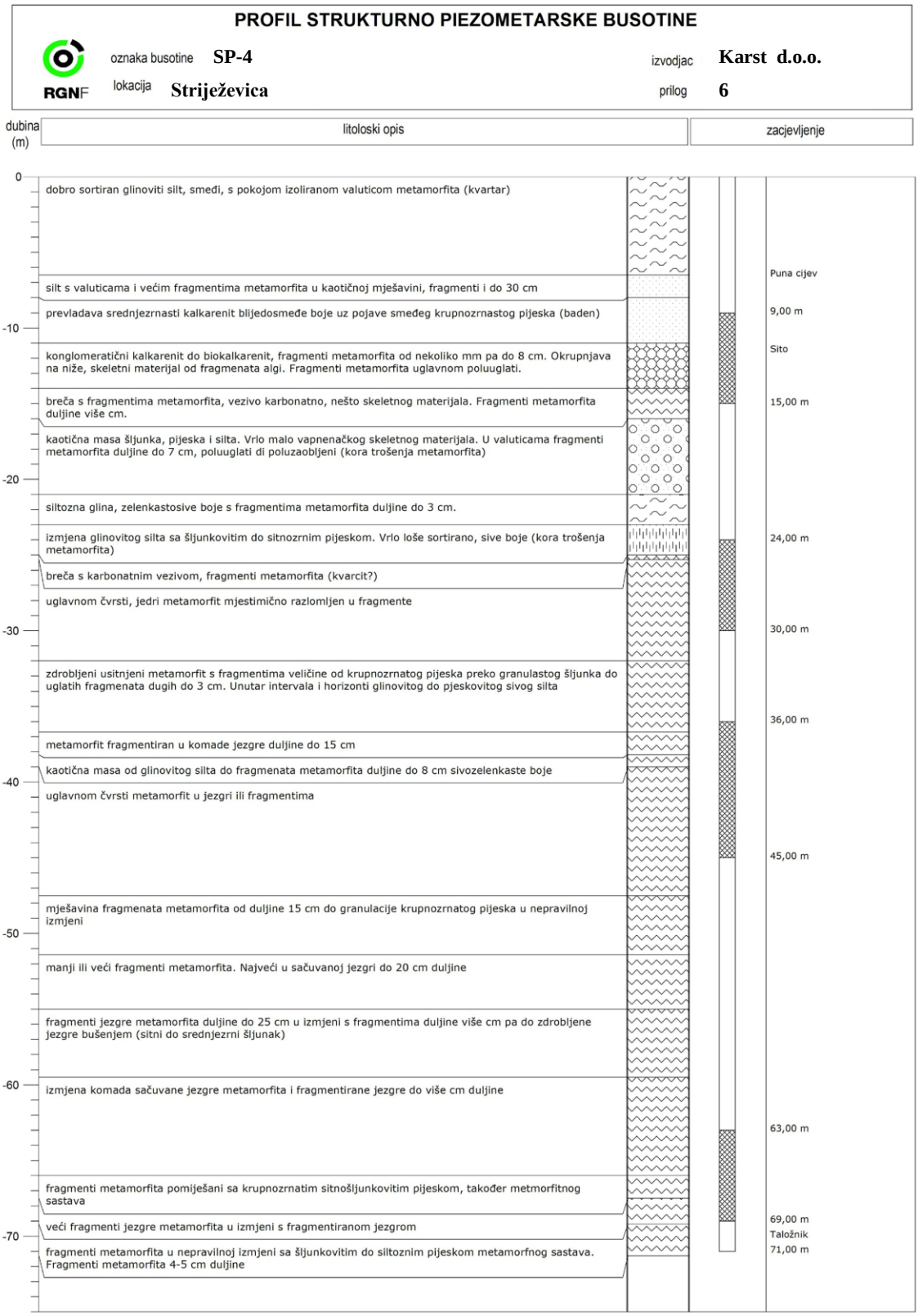
Prilog 5

Profil istraživačke bušotine SP-2



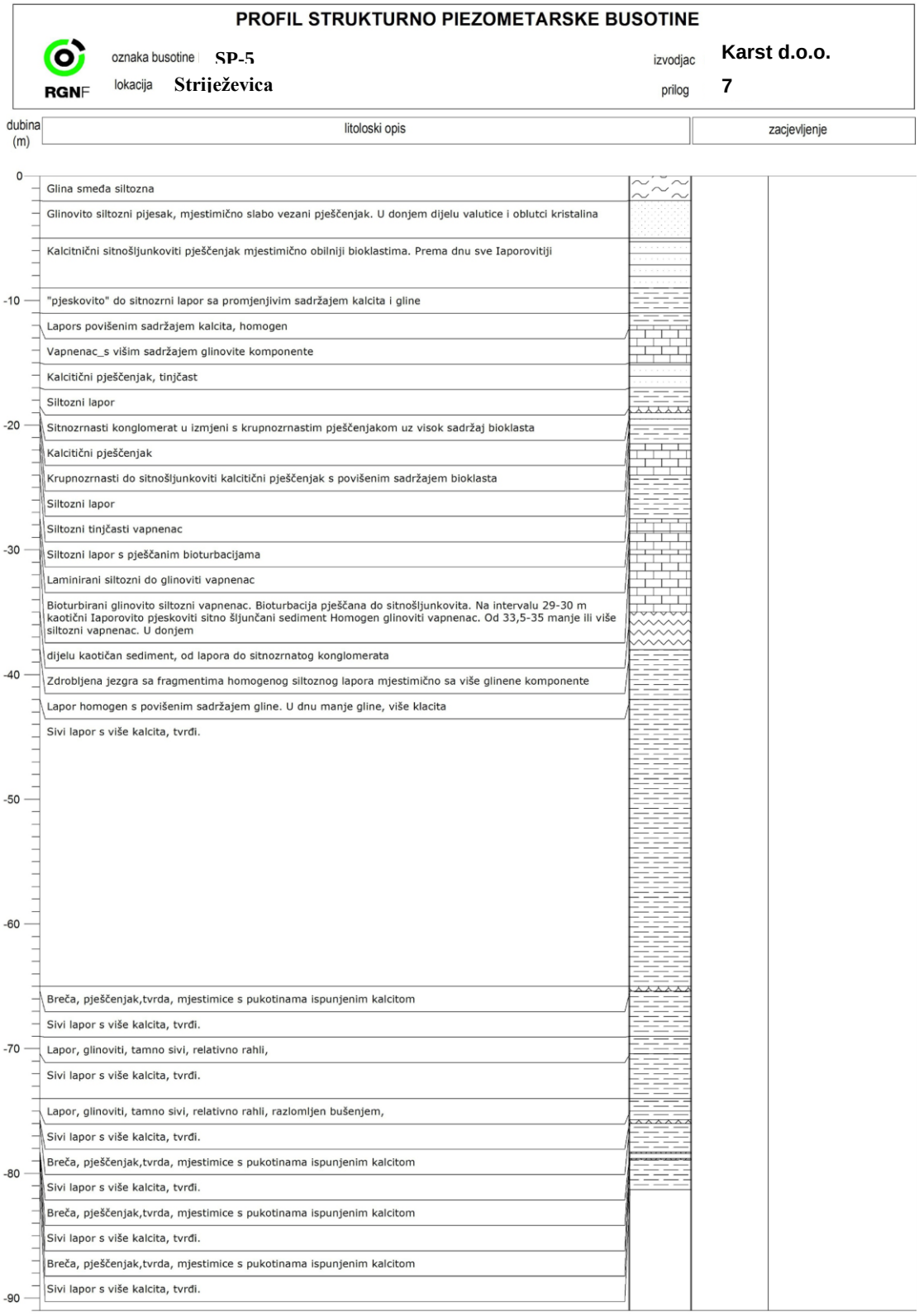
Prilog 6

Profil istraživačke bušotine SP-4



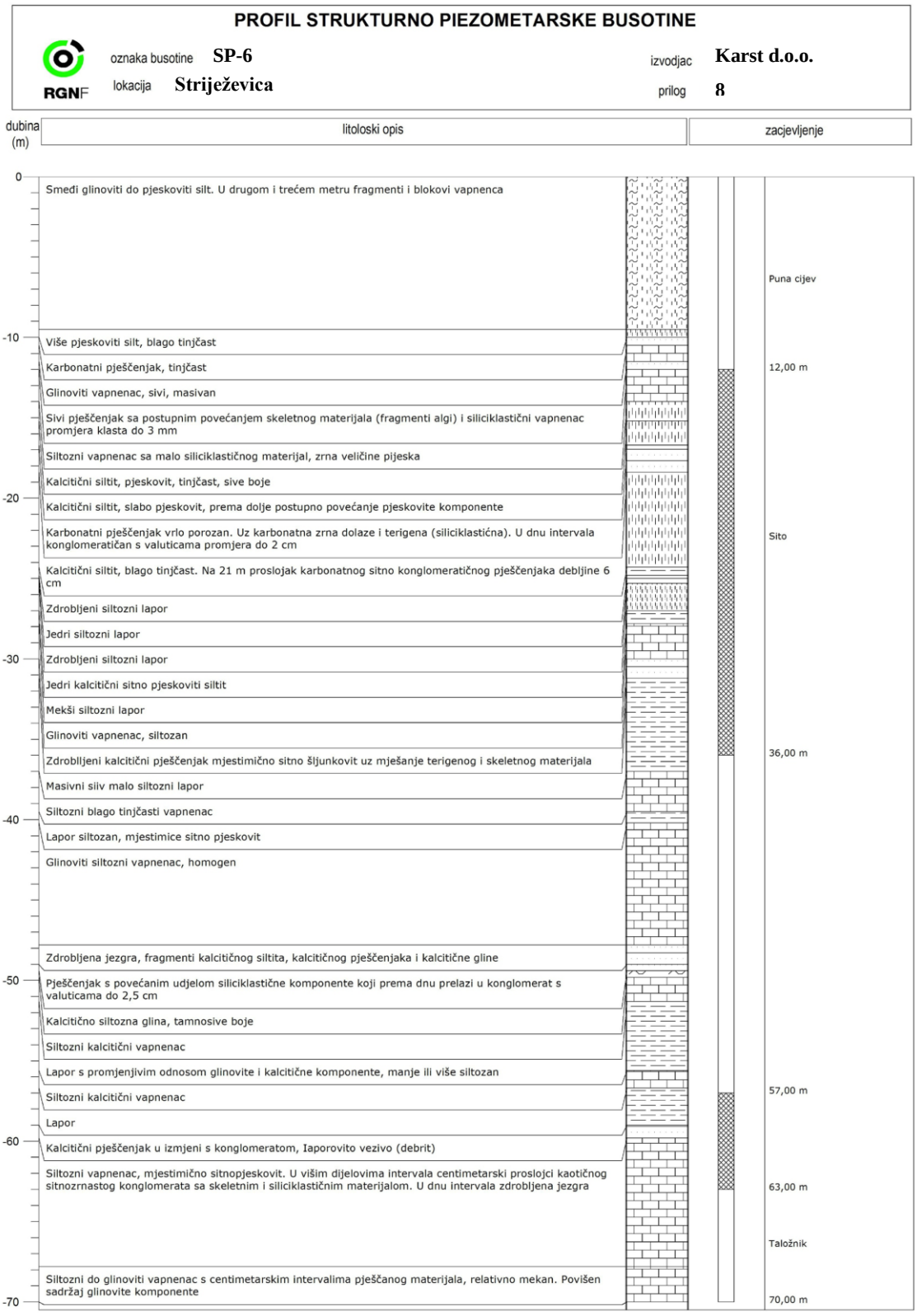
Prilog 7

Profil istraživačke bušotine SP-5



Prilog 8

Profil istraživačke bušotine SP-6



Prilog 9

Profil istraživačke bušotine SP-7

