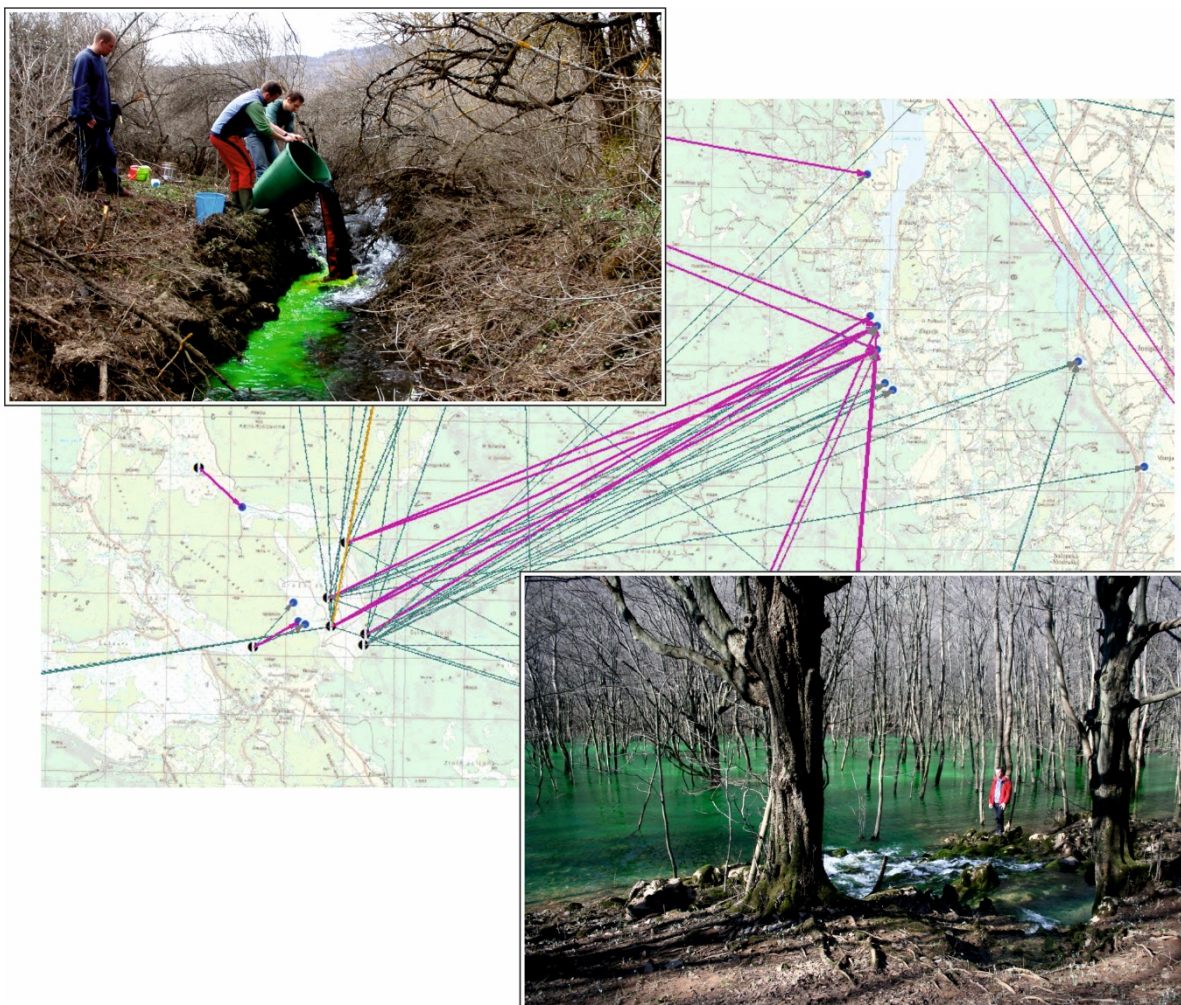


## ANALIZA TRASIRANJA PROVEDENIH NA PODRUČJU KRŠA U REPUBLICI HRVATSKOJ



Broj: 48/20

Predstojnik Zavoda:

Ravnatelj Instituta:

dr.sc. Josip Terzić, dipl.ing.geol.

dr.sc. Slobodan Miko, dipl.ing.geol.

Zagreb, kolovoz 2020.

**PROJEKT:** ANALIZA TRASIRANJA PROVEDENIH NA PODRUČJU  
KRŠA U REPUBLICI HRVATSKOJ

**NARUČITELJ:** HRVATSKE VODE  
10000 Zagreb, Ul. grada Vukovara

**IZVOĐAČ:** HRVATSKI GEOLOŠKI INSTITUT  
Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju  
Sachsova 2, 10000 Zagreb

**UGOVORI:** Broj: 14-011/17  
Klasa: 325-01/17-10/65  
Urbroj: 374-1-6-17-7 (Hrvatske vode)  
Broj: 2932/17 (Hrvatski geološki institut)

Broj: 14-009/19  
Klasa: 325-01/19-10/53  
Urbroj: 374-1-6-19-12 (Hrvatske vode)  
Broj: 2806/19 (Hrvatski geološki institut)

**VODITELJ PROJEKTA:** Mladen Kuhta, dipl.ing.geol.

**TERENSKI RADOVI:** Mladen Kuhta, dipl.ing.geol.  
dr.sc. Željka Brkić, dipl.ing.geol.  
dr.sc. Tihomir Frangen, dipl.ing.geol.

**KABINETSKA OBRADA:** Mladen Kuhta, dipl.ing.geol.  
dr.sc. Željka Brkić, dipl.ing.geol.  
Mario Dolić, informatičar  
dr.sc. Tihomir Frangen, dipl.ing.geol.

**INFORMATIČKA OBRADA:** Mario Dolić, informatičar  
dr.sc. Tihomir Frangen, dipl.ing.geol.  
Ksenija Frbežar, ing. geod.  
Marina Šparica, dipl.ing.geol.

**AUTOR IZVJEŠTAJA:** Mladen Kuhta, dipl.ing. geol.  
dr.sc. Željka Brkić, dipl.ing.geol.

## SADRŽAJ:

	str.
<b>1. UVOD</b>	4
<b>2. OSVRT NA PRIKUPLJENU DOKUMENTACIJU</b>	6
<b>3. OPIS STRUKTURE GIS-a</b>	8
3.1. Mapa (direktorij) – Baza_elaborata	8
3.2. Mapa Foto_baza	10
3.2.1. Podmapa „graf“	10
3.2.2. Podmapa „izvor“	13
3.2.3. Podmapa „ponor“	14
3.3. Relacijska baza podataka	15
3.3.1. Tablica „Trasiranja“	15
3.3.2. Tablica „Ponori“	17
3.3.3. Tablica „Izvori“	18
3.3.4. Tablica „Veze“	19
<b>4. OCJENA PROVEDENIH TRASIRANJA</b>	23
<b>5. PRIVIDNE BRZINE TOKA PODZEMNE VODE</b>	24
<b>6. OPIS STANJA PO VODNIM TIJELIMA PODZEMNIH VODA</b>	26
6.1. Jadransko vodno područje	26
6.1.1. Sjeverna Istra	26
6.1.2. Središnja Istra	29
6.1.3. Južna Istra	31
6.1.4. Riječki zaljev	31
6.1.5. Rijeka-Bakar	32
6.1.6. Lika-Gacka	33
6.1.7. Zrmanja	34
6.1.8. Ravni kotari-Bokanjac-Poličnik	35
6.1.9. Ravni kotari	36
6.1.10. Krka	36
6.1.11. Cetina	36
6.1.12. Neretva (Sjever)	39
6.1.13. Neretva (Jug)	40
6.1.14. Jadranski otoci	41

6.2. Vodno područje rijeke Dunav	41
6.2.1. Kupa (Gornja)	41
6.2.2. Dobra	42
6.2.3. Mrežnica	42
6.2.4. Korana	43
6.2.5. Una (Gornja)	44
6.2.6. Žumberak-Samoborsko gorje	44
6.2.7. Sliv Orljave	45
<b>7. OSNOVNA STATISTIKA PROJEKTA</b>	<b>46</b>
<b>Popis izvorne dokumentacije – Reference</b>	<b>51</b>
<b>Ostala literatura</b>	<b>63</b>

#### **PRILOZI:**

Prilog 1: USB Stick s digitalnim zapisom projekta

## 1. UVOD

Analiza trasiranja provedenih na području krša u Republici Hrvatskoj izvedena je u dvije faze. U prvoj fazi analizirano je područje sjeverno od Zrmanje, a izvedeno je temeljem Ugovora sklopljenog između Hrvatskih voda (kao Naručitelja), broj: 14-011/17 (Klasa: 325-01/17-10/65, Urbroj: 374-1-6-17-7) i Hrvatskog geološkog instituta, Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju iz Zagreba (kao Izvršitelja), broj: 2932/17. U drugoj fazi, koja je izvedena temeljem Ugovora broj: 14-009/19 (Klasa: 325-01/19-10/53, Urbroj: 374-1-6-19-12), odnosno 2806/19, obrađeno je područje južno od doline Zrmanje. Tijekom druge faze istraživanja izvršene su određene strukturne preinake unutar, za ovaj projekt posebno razvijenog geografskog informacijskog sustava (GIS). Pored toga je za već obrađeno područje sjeverno od Zrmanje unesen veći broj naknadno prikupljenih podataka (trasiranja). Zbog navedenog, a u namjeri sprečavanja moguće zbrke podataka, povučeno je prethodno načinjeno izvješće „Analiza trasiranja provedenih na području krša sjeverno od Zrmanje“ (arhivski broj HGI: 36/18) i načinjeno je ovdje prezentirano izvješće, koje objedinjava rezultate prve i druge faze provedenih istraživanja. Uz ovo izvješće Naručitelju je isporučen i cjeloviti GIS projekta unutar kojeg su prikazani svi rezultati prikupljeni za oba istraživana područja.

Prva dokumentirana trasiranja na području krša u Republici Hrvatskoj datiraju iz tridesetih godina prošlog stoljeća, a izvedena su u priljevnom području izvora Sv. Ivan u Istri. Tom su prilikom talijanski stručnjaci koristeći se kvascem, uraninom i litijskim kloridom izveli trasiranja ponora Rašpor i ponora kod Brnobića na Čičariji te ponora u vodotoku Rečine, istočno od izvora Sv. Ivana (Veronese, 1939; Ref. 132).

Nakon Drugog svjetskog rata trasiranja podzemnih tokova postala su učestalija i najčešće su izvođena u sklopu sveobuhvatnih hidrogeoloških istraživanja za potrebe projektiranja i izgradnje hidroenergetskih objekata i akumulacija. U novije vrijeme najveći broj trasiranja izvodi se za potrebe korištenja i zaštite podzemnih voda. Za provedbu trasiranja korištene su razne vrste trasera. Pored najčešće korištenog uranina, upotrebljavani su radioaktivni traseri (tricij, krom 51), rodamin, litijski klorid i bakteriofagi, a u novije vrijeme i Na-naphthionat.

Prema dostupnim podacima može se procijeniti da je na području krša Hrvatske, uključujući i područja prekograničnim slivovima, izvedeno preko 200 trasiranja podzemnih tokova s preko 620 utvrđenih vodnih veza (Kuhta & Brkić, 2008). Testiranja su izvođena uglavnom upuštanjem trasera u ponore, speleološke objekata i bušotine. Detekcija pojave trasera varirala je od vizualne prospekcije, preko korištenja kvarc-lampe do korištenja vrlo osjetljivih laboratorijskih spektrofotometara, a u novije vrijeme i automatskih terenskih uređaja. Isto tako, rezultati trasiranja obrađivani su na vrlo različite načine i ponekad su na tehnički vrlo niskim razinama i bez kritičkog osvrtu. U praksi se pokazalo da se dio izvedenih trasiranja i utvrđenih vodnih veza ne može smatrati pouzdanim, premda se i dalje koriste u studijskim i namjenskim hidrogeološkim obradama. Nekritičkim prenošenjem i korištenjem takvih rezultata bez detaljne analize izvorne dokumentacije mogu se donijeti krive prosudbe, a stvara se i pogrešan dojam o istraženosti pojedinih priljevni područja i cjelina podzemnih voda.

Osnovni cilj ovog projekta bio je prikupiti svu dostupnu originalnu dokumentaciju o dosad provedenim trasiranjima, bez obzira na njihovu namjenu, naručitelja ili korisnika, te izvršiti analizu postignutih rezultata. Na osnovi prikupljenih podataka, a u usporedbi s općom geološkom i hidrogeološkom situacijom na pojedinom području, bilo je potrebno ocijeniti stručno-tehničku kvalitetu svakog trasiranja i procijeniti pouzdanost dobivenih rezultata.

U okviru I. faze istraživanja izvršena je detaljna analiza svih trasiranja izvedenih na području krša sjeverno od Zrmanje, što uključuje područja Istre, Hrvatskog primorja s otocima, Gorski kotar, Baniju, Kordun i Liku, te područja Žumberačkog gorja, Samoborskog gorja i Papuka. Pored toga analizom su obuhvaćena i sva trasiranja izvedena na području prekograničnih vodonosnika u Sloveniji te Bosni i Hercegovini do doline Une.

U II. fazi istraživanja izvršena je detaljna analiza svih trasiranja izvedenih južno od Zrmanje, što uključuje područja Ravnih kotara, te srednje i južne Dalmacije s njihovim zaleđem. Pored trasiranja izvedenih na teritoriju Republike Hrvatske, zbog specifičnih geografskih i hidrogeoloških uvjeta posebna pozornost posvećena je prikupljanju podataka o trasiranjima izvedenim na području prekograničnih vodonosnika između Hrvatske i Bosne i Hercegovine. Dobro je poznata činjenica da

se podzemne vode iz planinskih masiva i hipsometrijski više položenih krških polja na teritoriju susjedne države dreniraju prema niže položenim krškim poljima i dolinama rijeke Cetine i Neretve na teritoriju Republike Hrvatske. Na krajnjem jugu, gdje je hrvatski teritorijalni pojas najuži, te se podzemne vode dobrim dijelom dreniraju izravno prema značajnijim priobalnim izvorima. Za potrebe izgradnje hidroenergetskih objekata u slivu Cetine već tijekom pedesetih godina prošlog stoljeća izvedena su brojna trasiranja s viših horizonata u Bosni i Hercegovini (Livno - Buško blato). Glavninu tih trasiranja izveo je Sektor za hidrologiju Državnog hidrometeorološkog zavoda Republike Hrvatske. Prekogranični dotoci su prema jugu, odnosno na području vodnih tijela Neretva sjever i Neretva jug sve značajniji. Trasiranja podzemnih tokova s viših horizonata ovdje su velikim dijelom također rađena za potrebe projektiranja i izgradnje hidroenergetskih objekata u slivovima Trebišnjice, Neretve i Omble, a pretežito su ih izvodili djelatnici poduzeća Hidroelektrane na Trebišnjici. Glavnina ovdje prikazanih podataka prikupljena je posredstvom Hrvatskih voda.

Analize trasiranja provedene su prvenstveno na temelju izvorne dokumentacije, a samo za ona koja nemaju izrađena izvješća ili su ona nedostupna, korišteni su podaci preneseni u drugoj literaturi. Sva korištena dokumentacija navedena je u popisu literaturnih podataka. Pored toga, korištena dokumentacija ili njeni ključni dijelovi koji se odnose na pojedino trasiranje, skenirana je i pohranjena u digitalnom obliku u zasebnoj mapi (Baza\_elaborata), koja sadrži 274 datoteke (pdf). Pristup korištenim elaboratima (ili dijelovima elaborata), krivuljama istjecanja trasera i tablicama izmjerenih koncentracija omogućen je poveznicama iz GIS-a, odnosno centralne baze podataka.

U sklopu projekta strukturirana je baza podataka o provedenim trasiranjima, koja sadrži sve relevantne podatke o predmetnom trasiranju poput podataka o izvođaču trasiranja, vremenu i mjestu upuštanja trasera, vrsti i količini trasera, načinu analize uzoraka, mjestima opažanja, vremenu i prividnoj brzini pojave trasera te njegovoj koncentraciji.

Sva obrađena trasiranja analizirana su s aspekta stručno-tehničke kvalitete izvedbe, a na osnovi opće geološke i hidrogeološke situacije kao i nalaza drugih trasiranja, procijenjena je njihova pouzdanost, kako trasiranja u cjelini tako i pojedinih utvrđenih podzemnih vodnih veza.

U terenskom dijelu radova izvršen je obilazak terena s ciljem utvrđivanja točnih lokacija pojedinih mjesta upuštanja trasera ili mjesta opažanja, a za koja se to nije moglo utvrditi iz korištene dokumentacije. Unatoč tomu, za pojedina, pretežito starija trasiranja, lokacije upuštanja trasera nije bilo moguće pronaći (uništene bušotine, lokalno stanovništvo više ne pamti te događaje).

Prikupljeni podaci i rezultati provedenih analiza organizirani su u bazu podataka i prikazani u GIS-u projekta, načinjenom u programskom paketu ArcGIS (ESRI, USA). Upravo je GIS osnovni rezultat provedenih aktivnosti i omogućava korisniku pregled svih prikupljenih podataka.

Predmetno izvješće sadrži sve informacije o provedenoj analizi i korištenoj dokumentaciji. Sastavni dio izvješća je opis strukture baze podataka, odnosno tumač pojedinih polja i opis njihovog korištenja. Opis stanja izvršen je po grupiranim vodnim tijelima prezentiranim u Planu upravljanja vodnim područjima za razdoblje 2016. - 2021. (Hrvatske vode, 2016)

Koristimo priliku zahvaliti kolegi Želimiru Pekašu dipl.ing geol. iz Hrvatskih voda, Sektor korištenja voda, na velikom trudu pri osmišljavanju i pokretanju ovog projekta. Isto tako zahvaljujemo mu na nesebičnoj stručnoj pomoći u svim aspektima njegove realizacije kao i razumijevanju za probleme na koje smo nailazili. Također se zahvaljujemo kolegicama dr.sc. Maji Oštrić dipl.ing.geol. iz VGO Rijeka i Heleni Radeljak dipl.ing.gaol. iz OVP Split na pomoći u prikupljanju dijela korištene dokumentacije.

## 2. OSVRT NA PRIKUPLJENU DOKUMENTACIJU

Jedan od osnovnih ciljeva projekta bilo je analizirati provedena trasiranja na osnovi izvorne (originalne) dokumentacije. S obzirom na današnje tehničke mogućnosti sva prikupljena dokumentacija je skenirana i pohranjena u digitalnom obliku (mapa: Baza\_elaborata), dakle sada se nalazi na jednom mjestu i dostupna je korisnicima rezultata ovog projekta.

U bazi podataka (Tablica trasiranja) izvorni dokumenti su rangirani u polju Izvorni podaci, a predviđene su četiri mogućnosti upisa. Njihovo značenje je slijedeće:

**Elaborat trasiranja** – To bi trebala biti najviša razina podataka i najpotpuniji prikaz trasiranja. Ovim terminom označavana je dokumentacija (elaborati, izvješća) kod koje je osnovna tema obrada rezultata nekog trasiranja. Takvi elaborati obično su priloženi (skenirani) u cijelosti. Od elaborata se očekuje da sadrži sve relevantne podatke vezane uz predmetno trasiranje. U praksi, naravno, to ponekad nije slučaj jer su elaborati jednostavno loše napravljeni.

**Elaborat** – Generalno, to je nešto niža razina podataka, premda postoje elaborati u kojima su trasiranja bolje obrađena nego u ponekim „elaboratima trasiranja“, ali ima i takvih u kojima su trasiranja obrađena u svega nekoliko rečenica. Pod terminom „Elaborat“ svrstana je dokumentacija poput raznih hidrogeoloških studija, elaborata, izvješća i sl., u kojima je trasiranje podzemnih tokova bilo samo dio provedenih aktivnosti. U pojedinim elaboratima, pogotovo studijama, obrađeno je i po nekoliko trasiranja. Budući da su takvi izvorni dokumenti veliki i najčešće donose i brojne druge rezultate, iz njih su izdvojeni i ovdje arhivirani dijelovi (poglavlja) koji se odnose na predmetna trasiranja.

**Članak** – je termin koji je korišten u slučaju kada su prikazani podaci preneseni iz nekog objavljenog rada. Razina prikupljenih podataka je varijabilna. Poneki članci usmjereni su prvenstveno na prikaz rezultata provedenih trasiranja i u tom slučaju donose informacije praktički na razini dobrog „elaborata trasiranja“. S druge strane u nekima od njih sama trasiranja vrlo su šturo obrađena ili se samo spominju, pa nedostaje glavnina pratećih podataka.

**Preneseni podaci** – gotovo uvijek donose najnižu razinu podataka. Ovaj termin označava trasiranja za koja nije dostupna izvorna dokumentacija, a ovdje prikupljeni podaci spominju se u nekoj drugoj dokumentaciji u koju su preneseni, često i bez citiranja izvora. U slučaju kada je riječ o „prenesenim podacima“ u polju „Broj reference“ na prvom mjestu naveden je broj dokumentacije iz koje su ovdje prikazani podaci preneseni, a iza njega upisan je broj originalne, nama trenutno nedostupne dokumentacije. Naravno, ima trasiranja za koja nije bilo moguće pronaći referencu originalne dokumentacije. Nedostupna, ali bar po naslovu poznata izvorna dokumentacija, navedena je u listi referenci uz naznaku (NEDOSTUPNO). Budući da je razina prenesenih podataka obično vrlo niska, trasiranje nije bilo moguće ocijeniti, što je i naznačeno u polju „Ocjena trasiranja“ (Nije ocijenjeno).

Sva bibliografske reference korištene dokumentacija, odnosno izvora podataka, navedene su u datoteci „Popis izvorne dokumentacije.docx“. Dokumentacija je svrstana po rednim brojevima kako je obrađivana (korištena). Brojevi u bazi podataka u polju „Broj reference“ odgovaraju brojevima ispred referenci na ovom popisu.

Najveći broj poznatih izvornih dokumenata, a koji nam ovom prilikom nisu bili dostupni, vjerojatno se nalazi u Sektoru za hidrologiju Državnog hidrometeorološkog zavoda. Premda se ova ustanova više ne bavi trasiranjima podzemnih voda, njihovi djelatnici (Turner i dr.) pioniri su ovih istraživanja u Hrvatskoj. U razdoblju od 1950. do 1970. godine, dakle u razdoblju projektiranja i izgradnje najvećeg dijela hidroenergetskih objekata na krškom području, izveli su velik broj trasiranja na području od Istre, preko Like do južne Dalmacije, uključujući i područja prekograničnih vodonosnika u Bosni i Hercegovini. Nažalost arhiva DHMZ-a je tek u ranoj fazi sređivanja i većina dokumenata nije dostupna. Premda se posredstvom Hrvatskih voda pokušalo pregledati nesređenu dokumentaciju i pronaći bar dio dokumentacije, to nam nije omogućeno. Ostaje nada da će za nekoliko godina situacija biti povoljnija i bar dio dokumenata postati dostupan za obradu. Koristimo priliku zahvaliti kolegi Ivanu Bertoviću, prof. iz Državnog hidrometeorološkog zavoda, koji je uspio pronaći ovdje korišteni dio te vrijedne dokumentacije.

Vrlo slična situacija je i na Institutu Ruđer Bošković (IRB). Sedamdesetih i osamdesetih godina prošlog stoljeća Zavod za istraživanje mora (Kubelka, Kvastek) izveo je čitav niz trasiranja radioaktivnim izotopima, pretežito na području Istre. Budući na IRB-u ne postoji arhiva takve vrste elaborata, samo dio originalne dokumentacije uspjeli smo pronaći, a posebno zahvaljujemo dr.sc. Krešimiru Kvasteku koji se osobno angažirao na prikupljanju dijela dokumentacije.

Posebno je složena situacija s trasiranjima izvedenim od strane tvrtke Industroprojekt, koji je potom prešao u INA-Projekt, pa u INA-Geološki konzalting i na kraju Geološki konzalting d.o.o.. Niti jedna od spomenutih tvrtki danas više nije aktivna. Nakon niza promjena poslovnih sjedišta i osipanjem osoblja, dokumentacija o provedenim istraživanjima jednostavno je izgubljena. Ovdje korišteni elaborati pretežito su prikupljeni u arhivima drugih tvrtki i uglavnom je riječ o preslikama originalne dokumentacije.

Nažalost i u ustanovama koje imaju relativno dobro sređene arhive, poput Hrvatskog geološkog instituta (HGI, koji je u posljednjih 60 godina nekoliko puta mijenjao ime: Institut za geološka istraživanja 1960-1977 i 1992-2005, Geološki zavod 1977-1992, Hrvatski geološki institut od 2005) ili VGO Hrvatskih voda u Rijeci i Splitu, pokazalo se da je dio dokumentacije zagubljen kroz godine.

Problemi s prikupljanjem dokumentacije, pogotovo kada je riječ o istraživanjima izvedenim prije 50-70 godina, su očekivani. Važno je istaknuti da jedna od vrijednosti ovog projekta upravo jest mogućnost njegovog ažuriranja, kako u smislu unošenja rezultata budućih istraživanja, tako i u smislu pronalaska nekog od izvornih elaborata i nadopunjavanja baze podataka.

Tijekom obrade krških područja u Hrvatskoj, te prostora prekograničnih vodonosnika u Sloveniji i Bosni i Hercegovini ukupno je registrirano 365 trasiranja. Za to je korišteno 237 prikupljenih referenci navedenih u popisu dokumentacije.

Rang izvorne dokumentacije za 365 obrađenih trasiranja pregledno je prikazan u tablici 1.

*Tablica 1: Rang izvorne dokumentacije za 365 obrađenih trasiranja*

<b>Rang izvorne dokumentacije</b>	<b>Broj trasiranja</b>	<b>%</b>
Elaborat trasiranja	110	30
Elaborat	165	45
Članak	25	7
Preneseni podaci	65	18
Ukupno	365	100

Od 65 trasiranja koja su ovdje uvrštena temeljem „prenesenih podataka“ njih 15 bazira se na podacima Baze hidrogeoloških podataka Hrvatskog geološkog instituta (referenca broj „0“ u popisu izvorne dokumentacije), a za 22 trasiranja s područja BiH (uglavnom s Popovog polja i Trebinja) podaci su uneseni temeljem podataka iz Baze podataka o trasiranjima tokova podzemnih voda načinjene u Zavisnom poduzeću Hidroelektrane na Trebišnici, skraćeno ZP HET (referenca broj 201 u popisu izvorne dokumentacije). Potonji podaci dobiveni su posredstvom Hrvatskih voda u obliku upisnih formulara, koji su u formi pdf zapisa priloženi u mapu Baza\_elaborata. Za najveći dio trasiranja povučenih iz spomenutih baza podataka nije poznata izvorna dokumentacija. Kao i u slučaju drugih trasiranja koja su ovdje unesena temeljem prenesenih podataka, niti spomenuta trasiranja nisu ocijenjena.

Analizom izvorne dokumentacije primijećene su velike razlike od elaborata do elaborata. Pritom se ne može konstatirati da su se s vremenom izvedbe i opisi trasiranja popravili. Neka od prvih trasiranja izuzetno su koncizno obrađena, naravno na razini tadašnjih tehničkih mogućnosti. S druge strane poneka recentna trasiranja izuzetno su loše i aljkavo obrađena, odnosno puna su, ovdje najčešće nazvanih, „tehničkih“ grešaka. U tehničke greške uglavnom su svrstani:

- izostanak informacija o količini ubačenog trasera,



- izostanak informacija o vremenu upuštanja,
- greške u izračunu prividnih brzina,
- pogrešno utvrđene udaljenosti između mjesta trasiranja i opažanih izvora,
- pogrešni ili u različitim dijelovima izvješća različito navedeni datumi ili vremena,
- vremena karakterističnih događaja, prve pojave trasera ili njegove maksimalne koncentracije razlikuje se u tekstu i na priloženim dijagramima ili tablicama mjerenja,
- opisana dinamika uzorkovanja ne odgovara grafičkim prikazima
- pojedina mjesta opažanja različito se nazivaju, u tekstu ili tablicama jednim, a na priložima drugim imenom itd.

U takvim situacijama u bazu se upisivao podatak za koji smo ocijenili da bi mogao biti točniji. Dio najznačajnijih uočenih grešaka sažeto je naznačen u jednom od opisnih polja (memo polja: Napomena trasiranje ili Napomena vodne veze).

### **3. OPIS STRUKTURE GIS-a**
























Prikupljeni podaci o provedenim trasiranjima objedinjeni su i organizirani u formi Geografskog informacijskog sustava (GIS) izrađenog programskim paketom ArcMap 10.2.1.(ESRI, USA). Njegove osnovne cjeline su mape s podacima i relacijska baza podataka.

#### **3.1. Mapa (direktorij) - Baza\_elaborata**

U ovoj mapi se u pdf formatu nalazi sva korištena izvorna dokumentacija. Samo manji dio novije dokumentacije u originalu je bio dostupan u nekom digitalnom formatu dok je većinu dokumenata bilo potrebno skenirati i pohraniti u pdf formatu. Mapa je veličine 1,24 GB i sadrži 275 datoteka različite veličine.

Kada je kao izvorna dokumentacija korišten elaborat trasiranja, on je najčešće pohranjen u cijelosti. Korišteni objavljeni radovi (članci), također su pohranjeni u cijelosti. U slučaju korištenja kompleksnijih elaborata, izvješća, hidrogeoloških studija i slično (kategorija - elaborati) datoteke najčešće sadrže samo one njihove dijelove koji se odnose na pojedino trasiranje. Tako je moguće da iz jednog elaborata bude izdvojeno i po nekoliko zasebnih datoteka o trasiranjima. Kao primjer mogu poslužiti pojedine hidrogeološke studije u sklopu kojih je pored drugih aktivnost izvedeno i po nekoliko trasiranja podzemnih tokova. Tako su recimo u sklopu Hidrogeološke studije Like i Hrvatskog primorja (Biondić & Goatti, 1976; Ref. 94) izvedena 4 trasiranja (Babin potok, ponor u Kozjanu, Markov ponor, Gornja Ploča), pa su iz nje izdvojene 4 zasebne datoteke. Važno je naglasiti da sve priložene datoteke sadrže naslovnice i sadržaj korištene dokumentacije tako da je potpuno razvidna predmetna referenca, odnosno od kuda potječe sadržaj koji slijedi. U člancima i pojedinim elaboratima nije bilo moguće odvojiti pojedina trasiranja, pa je u takvim slučajevima formiran pregledni dokument koji se u istom obliku/sadržaju veže na više trasiranja kao izvorna dokumentacija.

Premda generalno nije predviđeno da se pojedinoj dokumentaciji pristupa pretraživanjem mape Baza\_elaborata, nazivi pojedinih datoteka u sebi obično sadrže naziv mjesta trasiranja, skraćeni naziv izvođača i godinu izvođenja trasiranja (Slika 1).

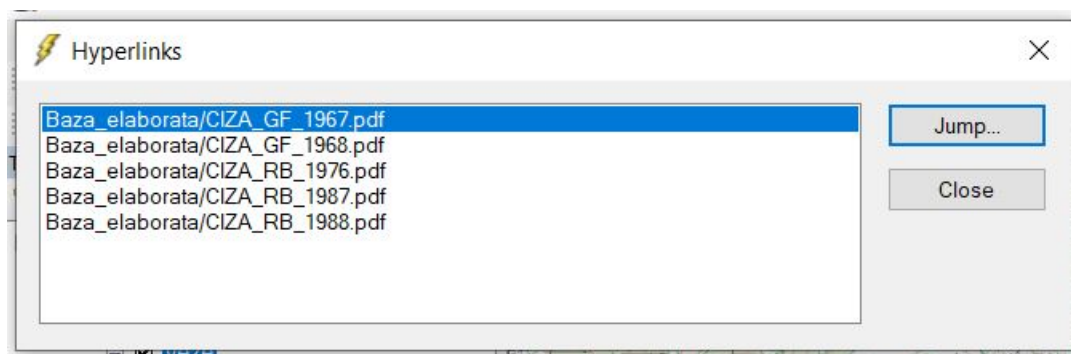
Naziv	Datum izmjene	Vrsta	Veličina
 Bosnića ponor_HGI-2013_tekst.pdf	20.12.2018. 10:03	Microsoft Edge PD...	2.314 KB
 Brgudac_SP-3_SP-6_tekst.pdf	14.1.2019. 14:32	Microsoft Edge PD...	151 KB
 Brinje-NZravnica_GeoAqua_2011_tekst...	1.2.2019. 9:57	Microsoft Edge PD...	2.411 KB
 Brusar-Pasjak_tekst.pdf	16.1.2019. 10:16	Microsoft Edge PD...	219 KB
 Bs-16_RK_Geotehnika.pdf	2.2.2021. 8:36	Microsoft Edge PD...	1.233 KB
 Bušotina K-1-1_HGI-1986.pdf	6.12.2018. 20:10	Microsoft Edge PD...	1.314 KB
 Bušotina LG-5_HGI-1987_tekst.pdf	6.12.2018. 20:12	Microsoft Edge PD...	339 KB
 Bušotina LG-15_HGI-1988_tekst.pdf	6.12.2018. 20:16	Microsoft Edge PD...	346 KB
 Bušotina P-1_HGI_1971.pdf	29.5.2018. 7:42	Microsoft Edge PD...	1.314 KB
 Bušotina P-3_HGI_1971.pdf	29.5.2018. 15:01	Microsoft Edge PD...	2.512 KB
 BZO-1_GeoAqua_2006.pdf	10.2.2021. 12:57	Microsoft Edge PD...	327 KB
 Caprazlije II_DHMZ_1958.pdf	4.6.2018. 12:52	Microsoft Edge PD...	9.771 KB
 Caprazlije_DHMZ_1957.pdf	13.6.2018. 14:38	Microsoft Edge PD...	4.662 KB
 Cere_IND PR_1979.pdf	24.10.2018. 15:08	Microsoft Edge PD...	751 KB
 CGO Biljane Donje_GeoAqua_2007.pdf	10.2.2021. 10:39	Microsoft Edge PD...	1.933 KB
 Ciburi_GEOS_2014.pdf	30.8.2018. 13:13	Microsoft Edge PD...	2.660 KB
 Cista Velika_Estavela_2009.pdf	29.11.2019. 12:33	Microsoft Edge PD...	19.655 KB
 CIZA_GF_1967.pdf	27.7.2018. 11:15	Microsoft Edge PD...	8.047 KB
 CIZA_GF_1968.pdf	27.7.2018. 11:17	Microsoft Edge PD...	11.443 KB
 CIZA_RB_1976.pdf	1.12.2017. 9:14	Microsoft Edge PD...	4.422 KB
 CIZA_RB_1987.pdf	24.11.2017. 9:00	Microsoft Edge PD...	5.409 KB
 CIZA_RB_1988.pdf	27.11.2017. 16:38	Microsoft Edge PD...	10.556 KB
 CK-1 Cikola_GFV_2011.pdf	7.1.2021. 9:17	Microsoft Edge PD...	6.915 KB

Slika 1: Izvadak popisa datoteka pohranjenih u mapi „Baza\_elaborata“

Kako je već rečeno, PDF-ovi elaborata s izvornim podacima nalaze se u odvojenoj mapi naziva „Baza\_elaborata“. Pristup ovim datotekama predviđen je iz ArcMap sučelja upotrebom alata *Hyperlink*, pod uvjetom da je struktura podataka nepromijenjena prilikom primopredaje, tj. kopirana na korisnikov disk u strukturi identičnoj originalu (mxd dokument je pripremljen s relativnim putanjama u odnosu na mape s dokumentima kojima se pristupa putem *Hyperlinka*). Ukoliko je struktura dokumenata (u odnosu na mxd-dokument nepromijenjena alat *Hyperlink* omogućava izravan pregled izvorne dokumentacije).

Kada kliknemo na ikonu alata *Hyperlink* primjetno je da linije vodnih veza poprimaju plavu boju. Kursor *hyperlinka* pozicioniramo na željenu vezu i ponovnim klikom otvaramo pdf datoteku s dokumentacijom o tom trasiranju. Ukoliko linije veza ne promjene boju nakon aktivacije *Hyperlinka*, to znači da za to trasiranje/vezu ne postoji datoteka s izvornom dokumentacijom, odnosno to je trasiranje uneseno u GIS temeljem prenesenih podataka.

Specifična situacija javlja se u slučajevima kada je s jedne lokacije izveden veći broj trasiranja. Kao primjer navodimo ponor Čiže u Istri, koji je trasiran 5 puta. Ukoliko kursom *hyperlinka* kliknemo na liniju veze između ponora i recimo izvora Gradole, otvoriti će se prozor mogućih *hyperlinkova* (slika 2). U njemu su navedeni nazivi svih pet datoteka, odnosno pet izvornih dokumenata. To znači da je izvor Gradole opažan kod svih pet izvedenih trasiranja. Označimo dokument (trasiranje) koje nas u tom trenutku zanima i otvaramo ga klikom na tipku *Jump*.



Slika 2: Prozor hiperlinka preko kojeg se otvara željena dokumentacija o jednom od pet izvedenih trasiranja.

### 3.2 Mapa Foto\_baza

U mapi „Foto-baza“ pohranjeni su rasteri (slike u jpg formatu) mjesta ubacivanja trasera, mjesta opažanja i krivulje ili tablice istjecanja trasera. Ovi su podaci organizirani u tri podmape:

- graf
- izvor
- ponor

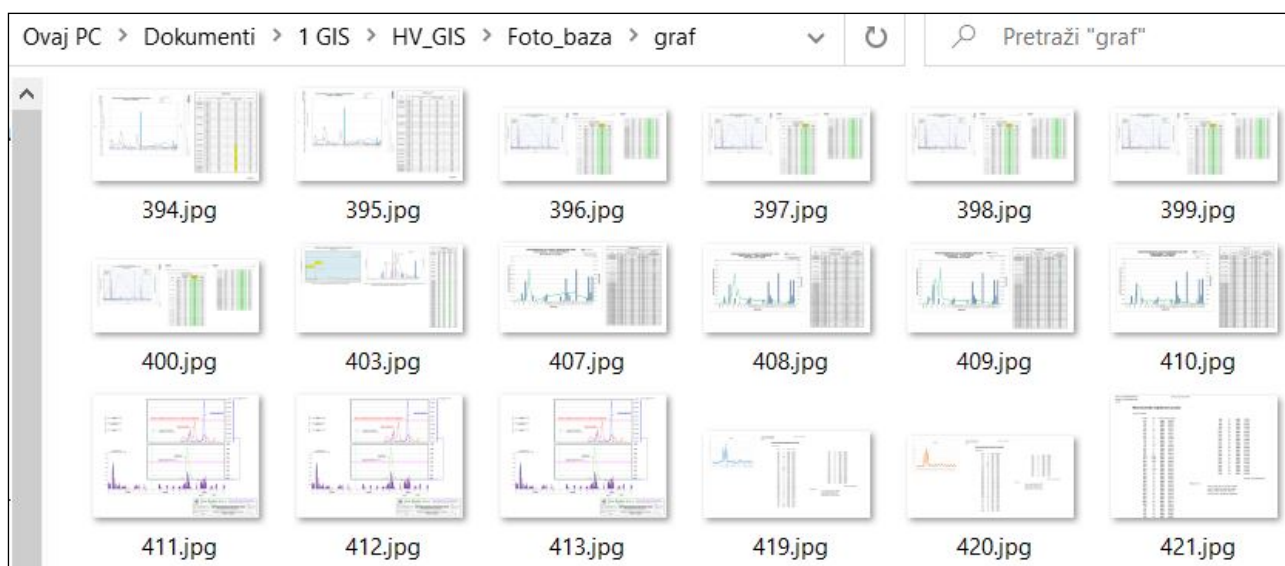
U vrijeme pisanja ovog izvješća ova mapa je sadržavala 1465 datoteka ukupne veličine 2,27 GB. Rasterima se može pristupiti kroz GIS sučelje preko alata *Identify*.

#### 3.2.1. Podmapa „graf“

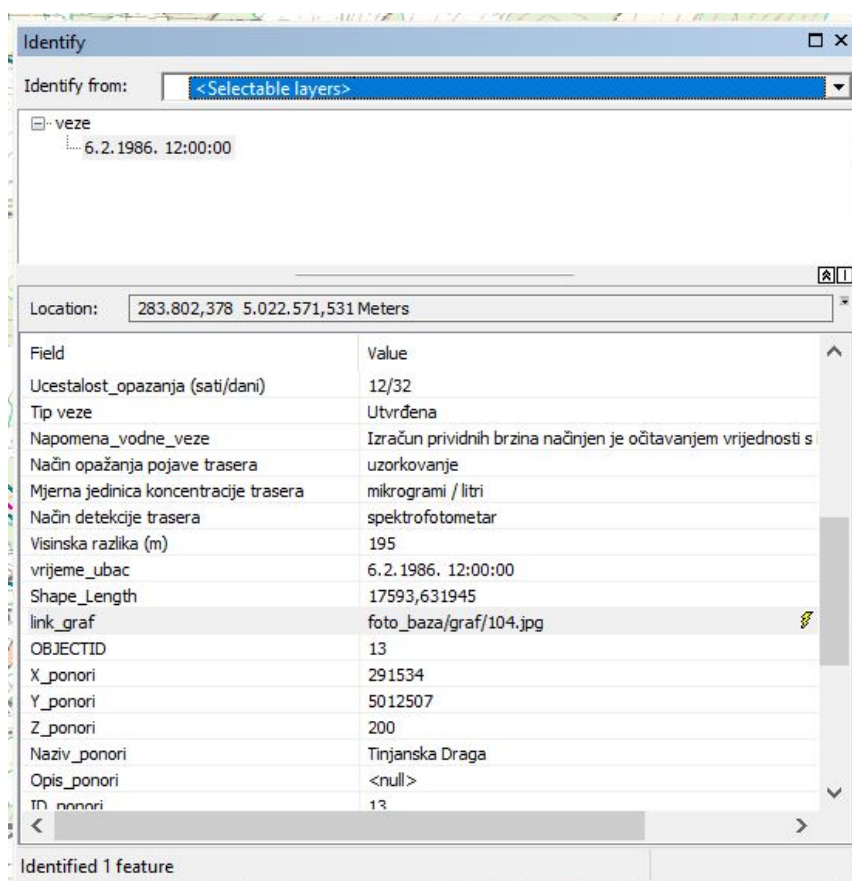
U ovoj podmapi pohranjene su u rasterskom obliku, dakle kao slike (jpg), sve dostupne krivulje istjecanja trasera na pojedinim mjestima opažanja. Kod pojedinih trasiranja u izvornoj dokumentaciji krivulje trasiranja priložene su u formi standardnih koncentracija/vrijeme grafikona. Ponegdje nema grafova, no priložene su tablice izmjerenih koncentracija, a u pojedinim elaboratima nalazimo i jedno i drugo. Ovi podaci su skenirani ili izdvojeni iz teksta korištene dokumentacije i u formi rastera zasebno pohranjeni u podmapu „graf“. Ključno je da su ovi rasteri spremljeni pod nazivom koji predstavlja ID broj predmetne veze na koju se graf ili tablica odnose (slika 3). Time je osigurana prepoznatljivost naziva i smanjena mogućnost greške pri povezivanju rastera s točno određenom vodnom vezom.

Pojedinim krivuljama moguće je pristupiti u GIS sučelju korištenjem alata *Identify*. Kada kursorom ovog alata označimo određenu vodnu vezu, otvara se preglednik s podacima iz atributnih tablica baze podataka. Jedno od prikazanih polja je i polje „link\_graf“ koje je poveznica (*hyperlink*) na priloženi grafikon (slika 4). Klikom na to polje otvaramo pohranjenu rastersku datoteku.

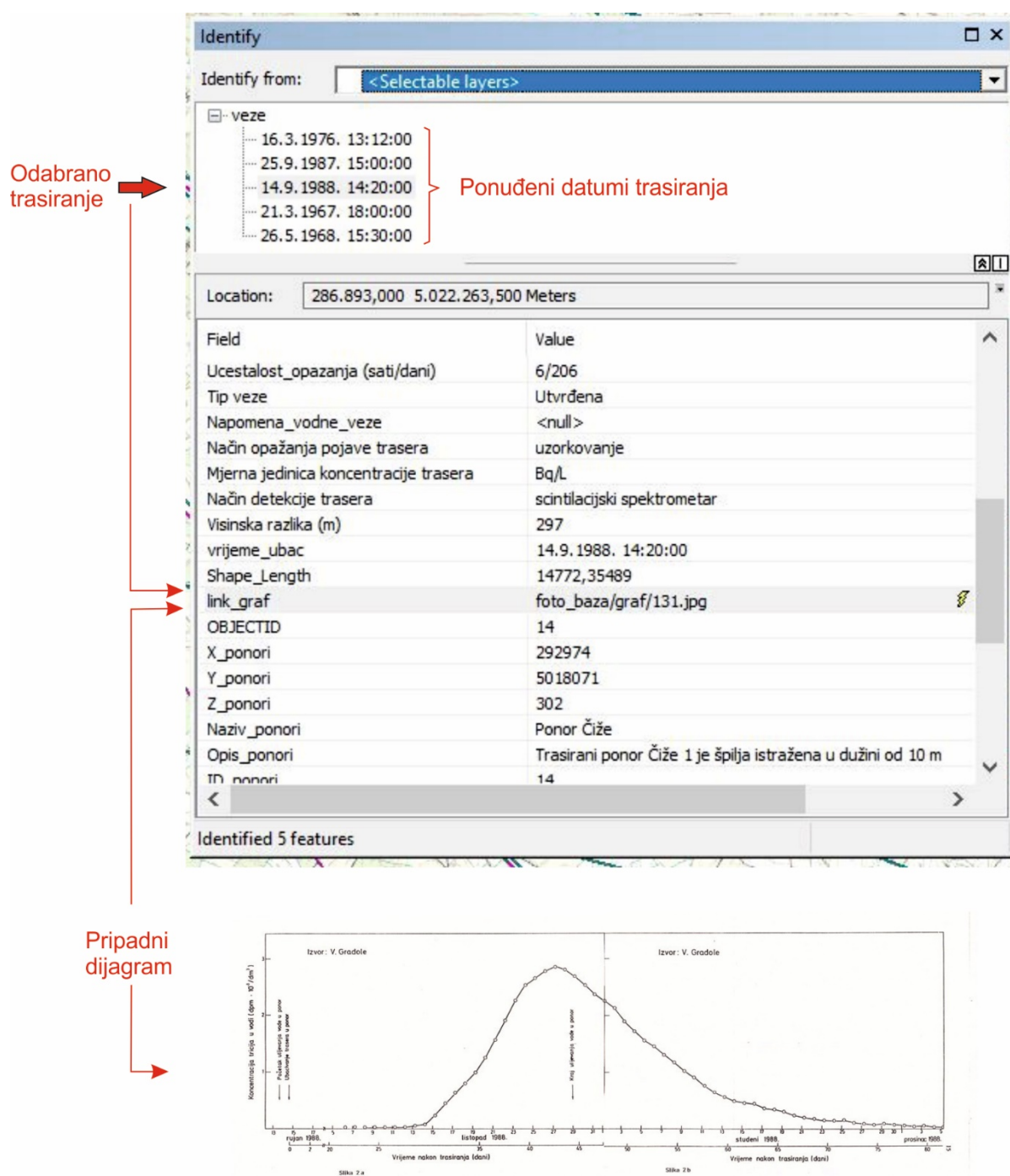
Postoje slučajevi kada je određena vodna veza ispitivana u više navrata, odnosno tijekom dva ili više trasiranja. Kao primjer ponovo navodimo vezu ponor Čiže – izvor Gradole, koja je ispitivana u pet navrata. Označavanjem na tu vezu u gornjem dijelu preglednika vidljivi su datumi i vrijeme izvođenja svih 5 trasiranja. Kada označimo jedan od tih datuma u donjem dijelu tablice izlistaju se svi relevantni podaci o vodnoj vezi utvrđeni tijekom tog trasiranja, pa tako se u polju „link\_graf“ otvara poveznica na traženu krivulju. Na isti način možemo pregledati svih 5 priloženih krivulja trasiranja (slika 5).



Slika 3: Izvadak iz podmape „graf“ s dijelom pohranjenih rasterskih datoteka s krivuljama istjecanja trasera, tablicama izmjerenih koncentracija ili kombinirano prikazanim rezultatima (graf i tablica) za pojedine vodne veze. Naziv datoteke odgovara ID-u predmetne vodne veze.



Slika 4: Polje „link\_graf“ je poveznica (hyperlink) na priloženu krivulju trasiranja za označenu vodnu vezu.



Slika 5: U slučaju većeg broja trasiranja (naznačeni su datumom i satom trasiranja) moguće je otvoriti krivulje ili tablice koncentracije istjecanja trasera za svako trasiranje.

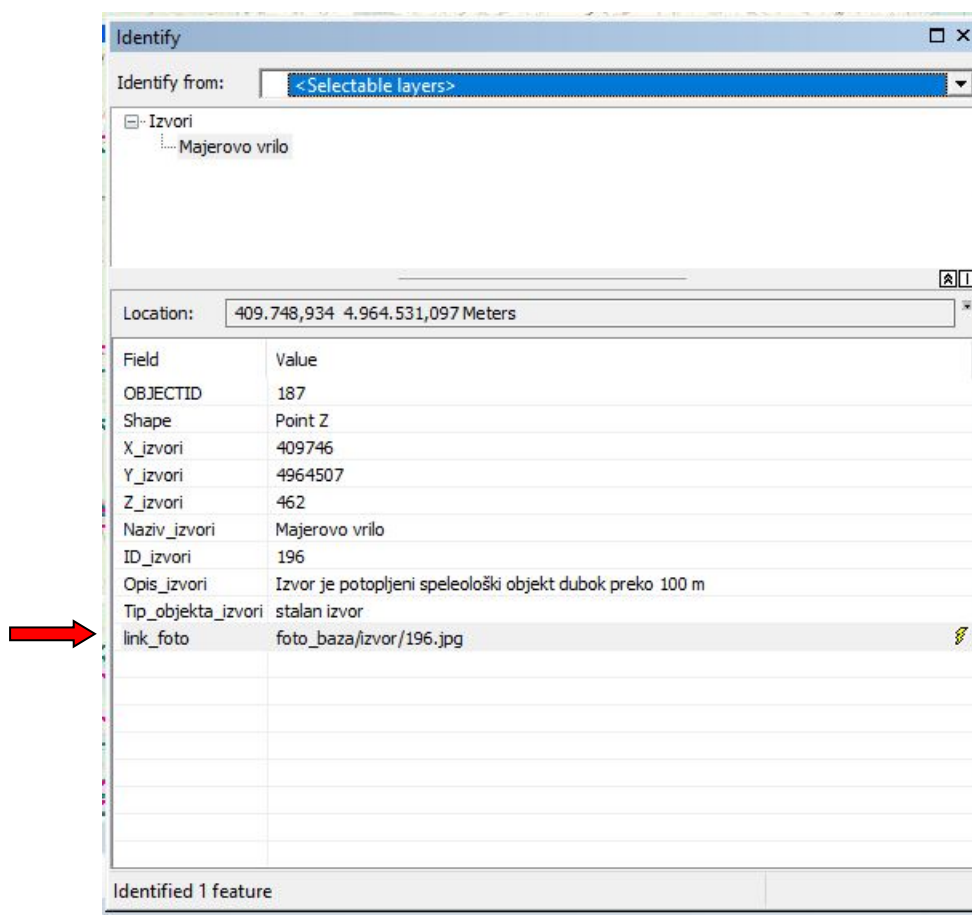
Podmapa „graf“ sadži 820 datoteka ukupne veličine 822 MB. U bazi podataka registrirane su 1152 vodne veze u kategorijama utvrđenih, indiciranih i upitnih veza, dakle onih za koje se može očekivati postojanje pripadnih dijagrama. U slučajevima kada vodne veze nisu utvrđene, a takovih linija veza je 1573, ne očekuje se izrada dijagrama istjecanja trasera. Iz navedenog proizlazi da se u podmapi „graf“ nalazi 71 % mogućeg broja krivulja ili tablica koncentracije istjecanja trasera (820 pohranjenih od 1152 moguće), što je značajan udio. Preostalih 29 % veza, koje nisu pokrivene pratećim krivuljama, najčešće se odnosi na trasiranja unesena temeljem prenesenih podataka, ili iz vrlo loše načinjenih elaborata.

### 3.2.2. Podmapa „izvor“

U ovoj podmapi pohranjene su fotografije pojedinih lokacija opažanja. Premda nosi naziv „izvor“, odnosi se na sve tipove mogućih opažanih objekata od stalnih i povremenih izvora do bušotina, rudarskih objekata, jama, vrulja i sl., a što je točnije specificirano u bazi podataka za izvore (polje „tip objekta izvori“). Fotografije su spremljene u jpg formatu pod nazivom koji odgovara ID-u mjesta opažanja (izvora) koji prikazuju.

Pojedinim fotografijama moguće je pristupiti u GIS sučelju korištenjem alata *Identify*. Kada kursorom ovog alata označimo oznaku određenog izvora, otvara se preglednik s podacima iz atributne tablica izvora u bazi podataka. Jedno od prikazanih polja je i polje „link\_foto“ koje je poveznica (*hyperlink*) na priloženu fotografiju mjesta opažanja (slika 6).

Ovom polju moguće je pristupiti i iz preglednika koji se otvara kada kursorom alata *Identify* označimo pojedinu vodnu vezu (bez obzira na njen karakter; utvrđena, neutvrđene itd.). Naime, u tom se pregledniku, pored već spomenute poveznice na krivulju trasiranja (link\_graf), otvaraju i poveznice na link\_foto za izvore i ponore.



Slika 6: Polje „link\_foto“ je poveznica (*hyperlink*) na priloženu fotografiju selektiranog izvora (mjesta opažanja).

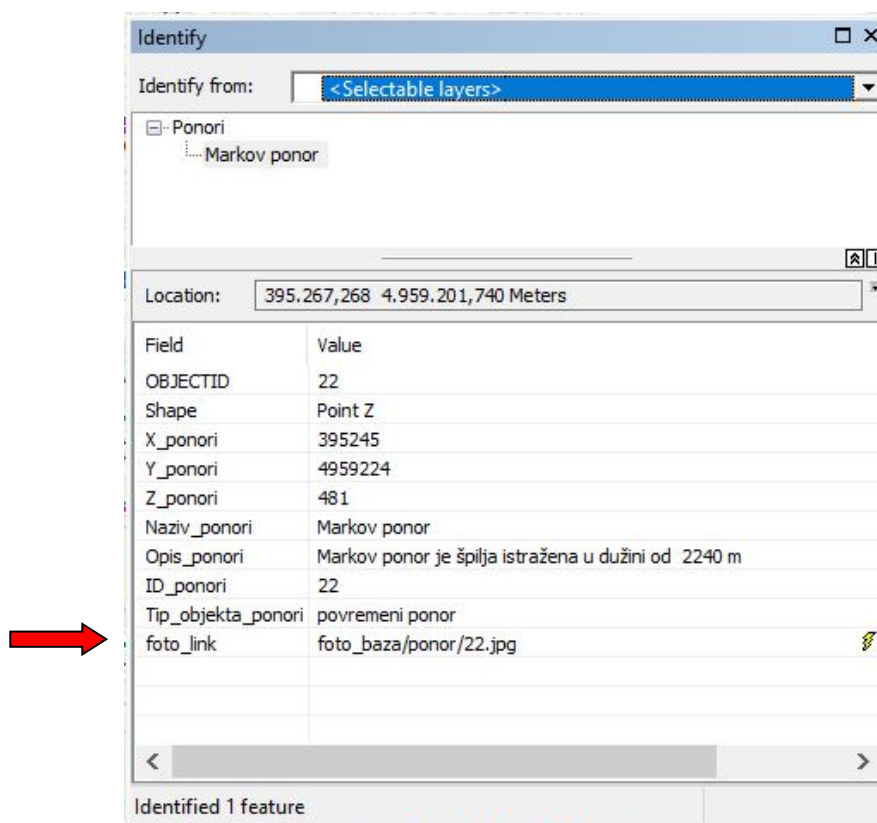
Podmapa „izvor“ sadrži 485 datoteka, odnosno fotografija mjesta opažanja u jpg formatu, ukupne veličine 1,29 GB. S obzirom na to da je pri svim ovdje evidentiranim trasiranjima, opažanje pojave trasera bilo organizirano na ukupno 891 mjestu, proizlazi da je fotografijama pokriveno 54,4 % lokacija. Vjerujemo da će se tijekom daljnjeg rada na ažuriranju podataka u GIS-u projekta ovaj postotak povećati.

### 3.2.3. Podmapa „ponor“

U ovoj podmapi pohranjene su fotografije pojedinih lokacija ubacivanja trasera. Premda nosi naziv „ponor“, odnosi se na sve vrste mjesta trasiranja od stalnih i povremenih ponora do bušotina, jama, špilja, sufozija, ponikvi i sl., a što je točnije specificirano u bazi podataka za ponore (polje „tip objekta ponor“). Fotografije su spremljene u jpg formatu pod nazivom koji odgovara ID-u mjesta ubacivanja trasera koji prikazuju.

Isto kao i u slučaju izvora, pojedinim fotografijama moguće je pristupiti u GIS sučelju korištenjem alata *Identify*. Kada kursorom ovog alata označimo oznaku određenog ponora, otvara se preglednik s podacima iz atributne tablica ponora u bazi podataka. Jedno od prikazanih polja je i polje „link\_foto“ koje je poveznica (*hyperlink*) na priloženu fotografiju tog mjesta ubacivanja trasera (slika 7).

Ovom polju moguće je pristupiti i iz preglednika koji se otvara kada kursorom alata *Identify* označimo pojedinu vodnu vezu (bez obzira na njen karakter; utvrđena, neutvrđene itd.). Naime, u tom se pregledniku, pored već spomenute poveznice na krivulju trasiranja (*link\_graf*), otvaraju i poveznice na *link\_foto* za izvore i ponore.



Slika 7: Polje „link\_foto“ je poveznica (*hyperlink*) na priloženu fotografiju selektiranog ponora (mjesta ubacivanja trasera).

Podmapa „ponor“ sadrži 161 datoteku, odnosno 161 fotografiju mjesta ubacivanja trasera u jpg formatu, ukupne veličine 197 MB. S obzirom na to da je u sklopu projekta evidentirano 319 lokacija trasiranja, proizlazi da je fotografijama pokriveno 50,4 % mjesta ubacivanja trasera. Vjerujemo da će se tijekom daljnjeg rada na ažuriranju podataka u GIS-u projekta, ovaj postotak povećati.

### 3.3. Relacijska baza podataka

Baza podataka o trasiranjima je napravljena u Esri ArcMap 10.2.1. softveru. Nalazi se u File geodatabase formatu u obliku relacijske baze podataka. Relacijski tip baze je odabran radi smanjivanja redundancije podataka na minimum, smanjivanja mogućnosti grešaka prilikom unosa podataka, ali i lakšeg korištenja baze.

Podaci su organizirani u četiri tablice:

- **Trasiranje** – Tablica sadržava podatke jedinstvene za svako pojedino trasiranje. Nije predstavljena prostornim objektom.
- **Ponori** – Tablica sadržava podatke o mjestima ubacivanja trasera, predstavljena je točkastim objektima u bazi.
- **Izvori** - Tablica sadržava podatke o mjestima očekivanog istjecanja trasera, predstavljena je točkastim objektima u bazi.
- **Veza** - Tablica sadržava podatke o trasiranim vezama između mjesta ubacivanja i mjesta očekivanog istjecanja trasera, predstavljena je linijskim objektima u bazi.

Prostorni podaci povezani su relacijskim tablicama preko pripadajućih jedinstvenih identifikatora (ID polja).

Pojedina polja u tablicama koja sadrže podatke koji se ponavljaju su pred-definirana domenskim tablicama. Time je unos ograničen na unaprijed utvrđene vrijednosti, te se smanjuje mogućnost pogreške i optimizira baza. Trenutne vrijednosti domena su definirane prema dosadašnjim podacima, ali ukoliko će se baza u budućnosti nadopunjavati ili mijenjati, mogu se dodati nove vrijednosti.

#### 3.3.1. Tablica „Trasiranja“

Tablica trasiranja sadrži osnovne podatke o 365 registriranih trasiranja koji su svrstani u 22 polja (atributa). Budući zapisi nisu predstavljeni prostornim objektima (točke, linije), podacima se pristupa otvaranjem tablice (*Open*). Dio upisanih podataka relacijski je povezan s bazom vodnih veza te se izlistava u pregledniku za vodne veze aktiviranom alatom *identfy*. Polja tablice su slijedeća:

**ID trasiranja** – Identifikacijski broj trasiranja (trenutno 1 do 365) dodijeljen kronološkim slijedom unošenja podataka o trasiranjima.

**Datum ubacivanja trasera** – Navodi se datum trasiranja i sat ubacivanja trasera. Za trasiranja kod kojih je navedeno razdoblje ubacivanja trasera (npr. traser je ubačen u vremenu od 16 do 18 sati) ovdje je navedeno početno vrijeme ubacivanja. To vrijeme korišteno je i pri izračunu prividnih brzina. Kada datum trasiranja nije poznat upisuje se „Null“.

**Izvođač** – Naveden je naziv organizacije koja je izvela trasiranja. Postoje i slučajevi (rijetki) kada on nije poznat te se upisuje „Nepoznat“.

**Količina trasera** – Navodi se broj koji označava količinu ubačenog trasera. Ovo polje usko je vezano s poljem „Mjerna jedinica količine trasera“.

**Mjerna jedinica količine trasera** – Ova informacija daje puni smisao količini ubačenog trasera. U slučaju korištenja kolorimetrijskih i kemijskih trasera riječ je o jedinici mase - kg. Kod radioaktivnih trasera količina je određena jedinicama za radioaktivnost GBq i TBq, dok je kod bioloških trasera (bakteriofagi) njihova količina izražena brojnošću (koncentracijom) bakterija – pfe.

**Protok uviranja (L/s)** – Navodi se u slučaju da je poznata količina (protok) vode koja je prirodno uvirala u trasirani ponor tijekom upuštanja trasera.

**Količina ubačene vode (m<sup>3</sup>)** – Predstavlja količinu vode koja je dopremljena radi ispiranja i potiskivanja trasera u podzemlje. Gotovo u pravilu navodi se kod trasiranja suhih prirodnih objekata



(ponikve, sufozije, jame, špilje itd.) i bušotina. Moguće je da se kao dopunska količina javi i kod objekata s prirodnim uviranjem (ponori) u slučaju malih protoka.

**Simultano trasiranje** – „Logic“ polje, predviđene opcije upis su Da ili Ne. Željelo se naglasiti da su pojedina trasiranja ciljano izvedena istovremeno s trasiranjem nekog drugog objekta na tom području.

**Napomena trasiranje** – Polje je „memo“ tipa i omogućava upis primjedbi na trasiranje u obliku teksta duljine do 256 znakova s razmacima.

**Izvorni podaci** – U tablicu se nanosi točan naziv datoteke pod kojim je u mapi „Baza\_elaborata“ spremljena dokumentacija o predmetnom trasiranju u pdf formatu (npr. „Baza\_elaborata/Ponor kod Jablana-Muc\_HGI\_1978.pdf“). Polje je u relaciji s bazom vodnih veza preko koje se omogućava poveznica „*hyperlink*“ na priloženu dokumentaciju, kako je to navedeno u poglavlju 3.1.

**Hidrološki uvjeti** – Upisuju se hidrološki uvjeti u vrijeme izvođenja trasiranja. Predviđene su 4 varijante upisa:

- Nepoznato
- Visoke vode
- Srednje vode
- Niske vode

**Ocjena hidroloških uvjeta** – Donosi informacije o načinu određivanja upisanih hidroloških uvjeta. Također predviđa 4 varijante upisa:

- Hidrološka analiza – što znači da se navedeni hidrološki uvjeti temelje na obradi izmjerenih podataka hidroloških parametara za razmatrano područje. Ovakav pristup vrlo je rijedak.
- Procjena izvođača – odnosi se na subjektivnu procjenu izvođača trasiranja, a koja je navedena u korištenoj dokumentaciji. Podatak se temelji na iskustvu autora, odnosno njegovom poznavanju hidroloških uvjeta na razmatranom području.
- Naknadno pretpostavljeno – označava da su hidrološki uvjeti u vrijeme trasiranja pretpostavljeni tijekom obrade korištene dokumentacije. To je bilo moguće učiniti s obzirom na razdoblja trasiranja (kišno/sušno) i ukoliko su u izvornoj dokumentaciji navedene barem neke informacije o hidrološkim prilikama. Isto tako za pojedine ponore je poznato da se aktiviraju samo u vrijeme visokih voda i slično.
- Null – Za velik broj trasiranja hidrološke uvjete nije bilo moguće ocijeniti.

**Naziv trasera** – označava naziv korištenog trasera. Popis do sada korištenih trasera trenutno sadrži 10 opcija upisa i to:

- |                   |                 |             |       |
|-------------------|-----------------|-------------|-------|
| • Uranin          | Rhodamin B      | Naphthionat | Eozin |
| • Natrijev klorid | Litijski klorid |             |       |
| • Pivski kvasac   | Bakteriofage    |             |       |
| • Tricij          | Krom 51         |             |       |

Listu je moguće nadograditi prema potrebi i nekim drugim traserima ukoliko se primjene kod nekog budućeg trasiranja.

**Vrsta trasera** – označava u koju vrstu pripada korišteni traser, a mogućnosti upisa su:

- Kolorimetrijski
- Kemijski
- Biološki
- Radioaktivni

**Broj reference** – U ovo polje upisuje se broj ispred reference na „Popisu izvorne dokumentacije.docx“. Brojevi su dodjeljivani slijedom kako je koja dokumentacija obrađivana (korištena). Za pojedina trasiranja navedeno je više brojeva, što znači da je trasiranje obrađivano

(spomenuto) u više dokumenata. Pritom je važno istaknuti da se prvi navedeni broj odnosi na dokumentaciju koja donosi najviše podataka o predmetnom trasiranju, a to je ujedno i dokumentacija čija je pdf preslika priložena u mapi „Baza\_elaborata“.

**Tijelo podzemnih voda** – U ovom polju naveden je naziv cjeline/tijela (CPV) podzemnih voda na koje se predmetno trasiranje odnosi. Nazivi i granice cjelina podzemnih voda (CPV) preuzete su iz važećih dokumenata Hrvatskih voda, odnosno kako su prikazane u „Planu upravljanja vodnim područjima 2016.-2021.“. Pripadnost pojedinoj cjelini određena je na osnovi položaja trasiranog objekta. U slučaju kada se ona nalaze na teritoriju susjednih država, pripadna cjelina podzemnih voda određena je prvenstveno na osnovi položaja izvora u RH s kojima je utvrđena podzemna vodna veza.

**Kod CPV** – Upisani su kodovi pojedinih CPV-a sukladno nomenklaturi koja se koristi u već spomenutom Planu upravljanja vodnim područjima 2016.-2021.

**Osnovni sliv** – Razlikuju se dva osnovna sliva; crnomorski i jadranski

**Lokacija** – Donosi naziv trasiranog objekta. Isti je upisan i u polju „Naziv ponori“ u tablici ponori.

**Regija** – upisuje se šira regija u kojoj je trasiranje izvedeno, a mjerodavna je lokacija trasiranog objekta.

**Izvorni podaci** – navodi se rang, odnosno vrsta dokumentacije temeljem koje je trasiranje obrađeno.

Predviđene su četiri mogućnosti upisa:

- Elaborat trasiranja
- Elaborat
- Članak
- Preneseni podaci

Značenje pojedinog ranga je detaljno opisano u poglavlju 2 (Osvrt na prikupljenu dokumentaciju).

### 3.3.2. Tablica „Ponori“

Tablica „Ponori“ sadrži osnovne podatke o 319 trasiranih objekata. Premda je naziv baze „ponori“ to je općeniti naziv za mjesta ubacivanja trasera. O kojem se točno tipu trasiranog objekta radi navedeno je u polju „Tip objekta ponori“. Sadrži 8 polja (atributa). Zapisi su predstavljeni točkastim objektima pa je pristup podacima moguć pregledom same tablice (*Open Attribute Table*) ali i klikom na oznaku određenog objekta pomoću alata *identify* (slika 7). Upisani podaci relacijski su povezani s bazom vodnih veza te se izlistavaju i u pregledniku za vodne veze aktivirano alatom *identify* (slika 8). Polja tablice su slijedeća:

**x** – Geografska širina položaja objekta u HTRS96 projekciji

**y** – Geografska dužina položaja objekta u HTRS96 projekciji

**z** – Nadmorska visina položaja trasiranih objekata očitana s topografskih podloga u mjerilu 1:25000 (DGU TK25) ili 1:5000 (DGU HOK), a rijetko su to podaci geodetskog premjera (ponekad kod bušotina).

Općenito za elemente položaja objekata (x, y, z) potrebno je navesti slijedeće:

- Za očitavanje elemenata položaja trasiranih objekata najčešće su korištene HOK dostupne na portalu <http://www.georef.hr/>.
- Tako određeni elementi ponekad se razlikuju od položaja adekvatnih oznaka za dio objekata naznačenih na TK25 (ponori, špilje, jame, izvori), a koje se najčešće koriste kao podloge prikaza u GIS-u. Drugim riječima, moguće je da se naša oznaka nekog ponora nalazi malo pomaknuta u odnosu na njenu oznaku na TK25. Pretpostavlja se da je zbog detaljnijeg prikaza na HOK, položaj određenog ponora (ili nekog drugog objekta) točnije ucrtan nego je to učinjeno na TK25. Ovdje je prednost dana elementima položaja na HOK.

- Manji dio trasiranih objekata, a prvenstveno je riječ o novijim trasiranjima, položajno je određen pomoću GPS uređaja.
- Za dio davno trasiranih objekata ali i onih u loše obrađenim trasiranjima ponekad nije bilo moguće odrediti točan položaj mjesta trasiranja (ili nekih od lokacija opažanja), pa ni onih koje smo pokušali terenski provjeriti. U takvim slučajevima u polju „Opis ponori“ navedeno je da se radi o približnoj lokaciji. U takvim situacijama moguće su i manje pogreške u izračunu prividnih brzina.

**Naziv ponori** – Naveden je naziv trasiranog objekta. Ukoliko isti objekt ima više naziva to je navedeno u polju „Opis ponori“.

**Opis ponori** – Polje je „memo“ tipa i omogućava upis dopunskih podataka o trasiranom objektu u obliku teksta duljine do 256 znakova s razmacima.

**ID ponori** - Identifikacijski broj trasiranog objekta (trenutno 1 do 319) dodijeljen je kronološkim slijedom unošenja podataka o trasiranjima.

**Tip objekta ponori** – Poblje opisuje mjesto trasiranja. Predviđeno je 21 opcija upisa, a uvijek je moguće dodati i nove. Opcije upisa su: Stalan ponor, povremeni ponor, ponor – za slučaj kada nije poznata dinamika poniranja, sitasti ponor, ponorna zona, špilja, jama, kaverna, ponikva, sufozija, pukotina, estavela, bušotina, upojna jama, upojni bunar, kopani bunar, bušeni bunar, hidrotehnički objekt, rudarski objekt i septička jama.

**Foto link** - U polje se upisuje naziv datoteke, odnosno fotografije trasiranog objekta, pod kojim je ona pohranjena u podmapi „Ponori“ (npr. foto\_baza/ponor/189.jpg). Polje omogućava pregled fotografija lokacija trasiranja kako je to opisano u poglavlju 3.2.3.

### 3.3.3. Tablica „Izvori“

Tablica „Izvori“ sadrži osnovne podatke o 891 mjestu opažanja. Premda je naziv baze „Izvori“, to je općeniti naziv za mjesta opažanja pojave trasera. O kojem se točno tipu opažanog objekta radi navedeno je u polju „Tip objekta izvori“. Baza sadrži 8 polja (atributa), koja su praktički identična poljima u prethodno opisanoj tablici „ponori“. Zapisi su predstavljeni točkastim objektima pa je pristup podacima moguć pregledom same tablice (*Open Attribute Table*) ali i klikom na oznaku određenog objekta pomoću alata *identify* (slika 6). Upisani podaci relacijski su povezani s bazom vodnih veza te se izlistavaju i u pregledniku za vodne veze aktiviranom alatom *identify* (slika 8). Polja tablice su slijedeća:

**x** – Geografska širina položaja objekta u HTRS96 projekciji

**y** – Geografska dužina položaja objekta u HTRS96 projekciji

**z** – Nadmorska visina položaja opažanih objekata očitana s topografskih podloga u mjerilu 1:25000 (DGU TK25) ili 1:5000 (DGU HOK), a rijetko su to podaci geodetskog premjera (ponekad kod bušotina).

Za elemente položaja opažanih objekata (x, y, z) vrijede iste napomene kao i za ponore.

**Naziv izvori** – Naveden je naziv opažanog objekta. Ukoliko isti objekt ima više naziva to je navedeno u polju „Opis izvori“.

**Opis izvori** – Polje je „memo“ tipa i omogućava upis dopunskih podataka o opažanom objektu u obliku teksta duljine do 256 znakova s razmacima.

**ID izvori** - Identifikacijski broj trasiranog objekta (trenutno 1 do 911, neki su brojevi preskočeni) dodijeljen je kronološkim slijedom unošenja podataka o trasiranjima.

**Tip objekta izvori** – Poblje opisuje mjesto trasiranja. Predviđeno je 21 opcija upisa, a uvijek je moguće dodati i nove. Opcije upisa su: Stalan izvor, povremeni izvor, izvor – za slučaj kada nije

poznata dinamika istjecanja, vrulja, špilja, jama, kaverna, estavela, bušotina, kopani bunar, bušeni bunar, hidrotehnički objekt, rudarski objekt i septička jama.

**Foto link** - U polje se upisuje naziv datoteke, odnosno fotografije opažanog objekta, pod kojim je ona pohranjena u podmapi „izvori“ (npr. foto\_baza/izvor/235.jpg). Polje omogućava pregled fotografija opažanih lokacija kako je to opisano u poglavlju 3.2.2.

### 3.3.4. Tablica „Veze“

Tablica „Veze“ trenutno sadrži osnovne podatke o 2730 opažanih vodnih veza. Sama baza vodnih veza sadrži 21 izvorno polje (tj. kolone). Međutim, budući da postoji relacijska veza ove baze s tablicom trasiranja, te veza s bazama ponora i izvora, uspostavljanjem tih relacija u tablici veza prikazuju se 44 polja (kolone), odnosno u njoj se prikazuju i relacijski podaci iz baza izvora i ponora, kao i sva tri moguća linka, odnosno poveznice na krivulju trasiranja, te fotografije izvora i ponora (ukoliko postoje).

U ArcMap okruženju veze su predstavljene linijskim objektima pa je pristup podacima moguć izravnim pregledom same tablice (*Open Attribute Table*) ali i klikom na liniju pojedine opažane vodne veze pomoću alata *identify*. U pregledniku otvorenom alatom *identify* izlistati će se sva 44 polja (slika 8). U nastavku je opisano 21 polje tablice „Veze“, bez već prethodno opisanih polja iz tablica trasiranja, izvora i ponora.

**ID Vodne veze** - Identifikacijski broj opažane vodne veze (trenutno 1 do 2854, neki brojevi su preskočeni, iskorišteno je njih 2730). U pravilu dodjeljivani su kronološkim slijedom obrade trasiranja.

**Prividni hidraulički gradijent** – izračunat je na temelju visinske razlike između trasiranog i opažanog objekta te njihove horizontalne udaljenosti, a iskazan je u promilima (‰). Prefiks „prividni“ posljedica je korištenja podatka o nadmorskoj visini ulaza u trasirani objekt, dakle u obzir je uzeta i nesaturirana zona, te hidraulički gradijent ne pokazuje stvarni nagib vodnog lica. Prividni hidraulički gradijent nije računat niti u slučaju trasiranja ili opažanja bušotina (i sličnih objekata) budući da se obično nije raspolagalo podatkom o razini podzemne vode pa dobivene vrijednosti ne bi bile realne.

**Datum i vrijeme pojave trasera** – Upisani su podaci prve pojave trasera na opažanom izvoru. Uglavnom se to temelji na navodima iz izvorne dokumentacije, no ponekad autori taj podatak nisu naveli, pa je vrijeme prve pojave približno određeno očitavanjem s priloženih tablica ili krivulja istjecanja trasera (ukoliko su one bile dostupne). To je moglo rezultirati manjim pogreškama koje su se reflektirale i na kasniji izračun maksimalnih prividnih brzina, no te greške nisu značajne.

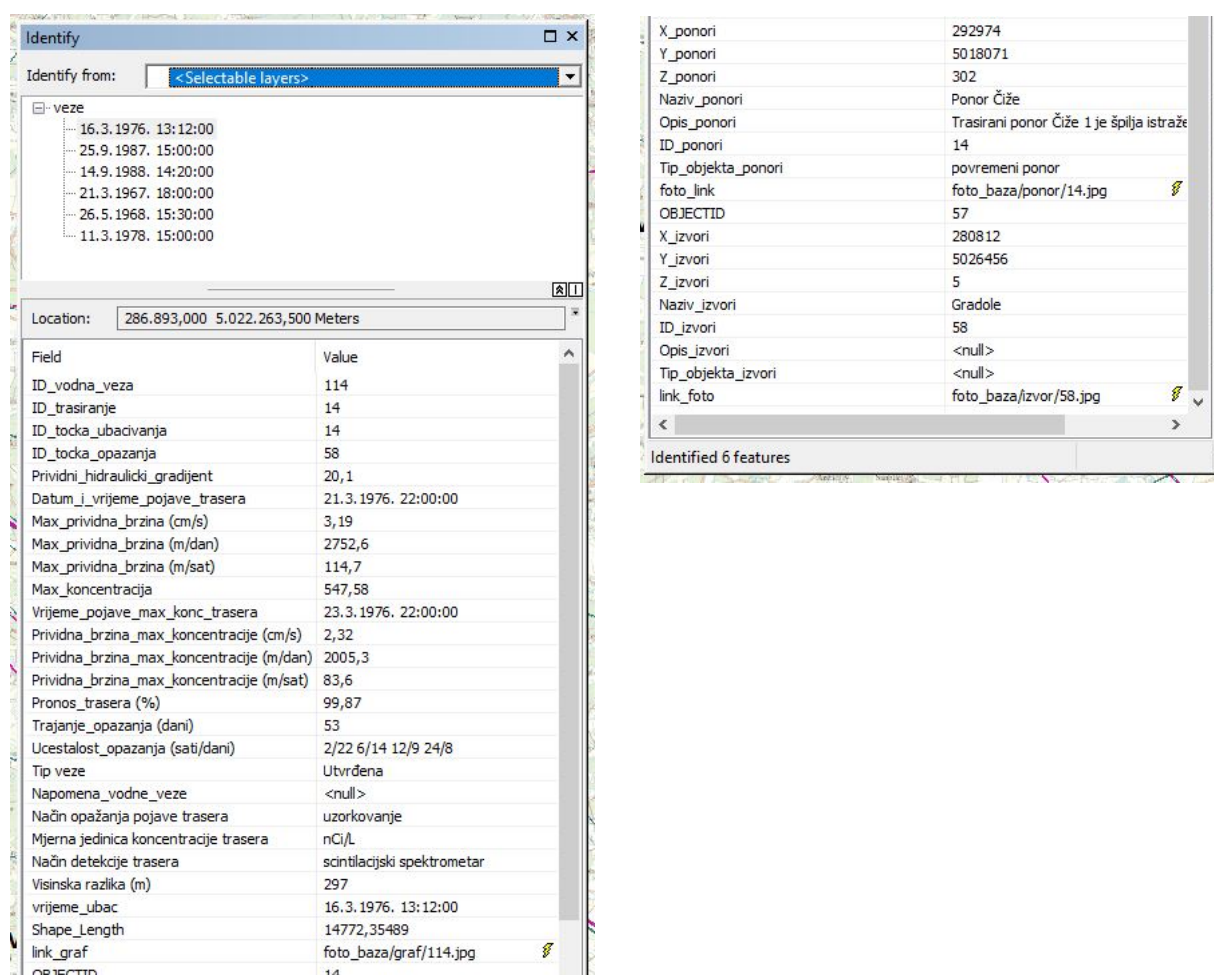
**Max prividna brzina** – Maksimalna prividna brzina je za većinu vodnih veza izračunata na osnovi horizontalne udaljenosti između mjesta ubacivanja i mjesta opažanja te vremena proteklog od trenutka ubacivanja trasera do njegove prve registrirane pojave na mjestu opažanja. Kod loše obrađenih trasiranja (nema podataka u vremenu nailaska trasera niti su priložene tablice ili krivulje), te kod trasiranja koja se temelje na prenesenim podacima, nije bilo moguće provjeriti točnost izračuna, a ovdje navedene brzine prenesene su s vrijednostima navedenim u korištenoj dokumentaciji.

Maksimalna prividna brzina navedena je u tri polja, a iskazana je u različitim mjernim jedinicama: cm/s, m/sat i m/dan. Detaljnije obrađeno u poglavlju 5.

**Max koncentracija** – Maksimalna zabilježena koncentracija ponekad je eksplicitno navedena u izvornoj dokumentaciji ali ju je često bilo potrebno očitati s priloženih tablica i krivulja istjecanja, što je moglo rezultirati manjim pogreškama.

**Mjerna jedinica koncentracije trasera** – ovisi o vrsti korištenog trasera, a zasad su predviđene sljedeće opcije: mikrogrami/L (najčešće preračunato u mg/L), miligrami/L, nCi/L, Bq/L, pfe/L

**Vrijeme pojave max koncentracije** – Donosi datum i vrijeme pojave maksimalne koncentracije trasera. Kao i kod prve pojave uglavnom se to temelji na navodima iz izvorne dokumentacije, no često autori taj podatak nisu navodili, pa je vrijeme pojave maksimalne koncentracije približno određeno očitavanjem s priloženih tablica ili krivulja istjecanja trasera (ukoliko su one bile dostupne). Ako je na dijagramima zabilježeno više pikova iste koncentracije (čest slučaj kod starih trasiranja – etalonsko određivanje), ovdje je upisano vrijeme pojave prvog pika.



Slika 8: Preglednik tablice vodnih veza otvoren alatom identify.

**Prividna brzina maksimalne koncentracije** – Prividna brzina pojave maksimalne koncentracije izračunata je na osnovi horizontalne udaljenosti između mjesta ubacivanja i mjesta opažanja te vremena proteklog od trenutka ubacivanja trasera do pojave njegove maksimalne koncentracije.

I ova prividna brzina navedena je u tri polja, a iskazana je u različitim mjernim jedinicama: cm/s, m/sat i m/dan. Detaljnije obrađeno u poglavlju 5.

**Pronos trasera (%)** – Većina obrađenih trasiranja izvedena je na kvalitativnoj razini, odnosno donosi samo podatke o smjerovima i prividnim brzinama podzemnog toka. Kvantitativna obrada, dakle izračun količine trasera istekle na pojedinim opažanim lokacijama vrlo je rijetka. Kada je to bio slučaj, pronos trasera iskazan je u postocima od ukupno ubačene količine.

**Trajanje opažanja (dani)** – Upisuje se trajanje opažanja u danima.

**Učestalost opažanja (sati/dani)** – Dinamika opažanja pojave trasera iskazana je nizom razlomaka. Brojnik označava interval uzimanja uzoraka u satima, a u nazivniku je broj dana opažanja tom dinamikom. U slučaju kada se dinamika opažanja mijenjala to se iskazuje kombinacijom razlomaka.

Primjer 4/2; 8/5; 12/3; 24/10 znači da je opažanje u ukupnom trajanju od 20 dana obavljeno na slijedeći način: svaka 4 sata prva 2 dana, svakih 8 sati sljedećih 5 dana, potom svakih 12 sati 3 dana i na kraju jednom dnevno tijekom 10 dana. U slučaju korištenja automatskih mjerača (loggera), koji kontinuirano prate pojavu trasera u vrlo kratkim intervalima, naznačeno je trajanje u minutama, recimo 0:15/20. To znači da je opažanje kroz svih 20 dana provedeno u intervalima od 15 minuta. Poseban slučaj su opažanja aktivnim ugljenom. Kod takvog načina motrenja u brojniku je naveden broj dana između zamjene doza s ugljenom, dok je u nazivniku i nadalje broj dana s navedenom dinamikom zamjene doza. Primjer 3-4/16 označava da su doze s ugljenom mijenjane svaka 3 do 4 dana u razdoblju od 16 dana.

U slučajevima kada dinamika uzorkovanja nije poznata vrijednost ovog polja je „Null“ ili je upisano „Nepoznata“. Moguća je i kombinacija brojčanih i slovničkih oznaka. Primjer 6/5; Nepoznata/25 opisuje slučaj u kojem je prvih 5 dana opažano svakih 6 sati, dok dinamika u narednih 25 dana nije poznata (navedena).

**Tip veze** - Pored ocjene trasiranja u cjelini (Tablica trasiranja), posebno su rangirane i pojedine istraživane veze. U tom smislu u polju „Tip veze“ korištene su 4 mogućnosti upisa - kategorije .

- **Utvrđena** veza je ona vodna veza za koju je prisutnost trasera na mjestu opažanja nedvojbeno utvrđena i nema razloga da se osporava.
- **Nije utvrđena** označava da korišteni traser kroz razdoblje opažanja nije detektiran, a osnovna joj je namjena da se grafički pokaže koji su sve izvori opažani tijekom izvođenja testa.
- **Indikacija** označava veze kod kojih se traser pojavio u vrlo niskim koncentracijama, odnosno u koncentracijama na granici detekcije, pa nije sigurno postoji li veza ili ne. Ovaj termin ponekad su u tom smislu koristili i sami izvođači trasiranja, a dio takvih veza ovdje je ocijenjen temeljem podataka iz korištene dokumentacije.
- **Upitna** je veza za koju se tijekom analize dokumentacije naišlo na razloge za osporavanje te veze. Za to postoje opravdani razlozi, od hidrogeoloških, preko onih vezanih uz krivulje istjecanja trasera (jedan pozitivan uzorak ili više njih s dužim vremenskim odmacima), do onih koji dovode u sumnju stručnost izvođača i vrijednost cijelog trasiranja. Znakoviti primjeri su pojava trasera na izvoru koji se nalazi na većoj nadmorskoj visini od ponora ili maksimalna koncentracija pojave trasera niža od donje granice detekcije korištenih instrumenata. U većini slučajeva iz korištene dokumentacije vidi se da autori vezu smatraju dokazanom, no prema našoj ocjeni postoje čvrsti razlozi za njeno osporavanje. Ponekad su i sami autori koristili taj termin u slučaju slabo dokumentiranih i njima sumnjivih veza (s tim bi se u pravilu ovdje složili). Ukoliko je razlog upitnosti bila samo niska ali suvislo distribuirana koncentracija trasera, to je ovdje prebačeno u kategoriju indikacija.

**Napomena vodne veze** - Pored rangiranja svake pojedine veze u ovom „memo“ polju naznačeni su osnovni razlozi svrstavanja u tu kategoriju. To je prvenstveno korišteno u slučaju indikacija i upitnih veza. U slučaju utvrđenih veza ponekad su navedeni eventualni razlozi za sumnju, no nema čvrstih razloga za njeno osporavanje. To je obično naznačeno primjedbom - veza je neočekivana.

**Način opažanja pojave trasera** – Predviđen je upis jednog od ponuđenih načina opažanja pojave trasera:

- Logger – automatski mjerač koncentracije trasera
- Aktivni ugljen – korištenje doza s aktivnim ugljenom
- Automatski sempler – uređaj za prikupljanje uzoraka vode u programiranim intervalima
- Uzorkovanje – najčešći način, prikupljanje uzoraka vode od strane opažača
- Vizualno – pojava trasera opservirana okom, moguća samo detekcija pojave kolorimetrijskih trasera u visokoj koncentraciji

- Logger + uzorkovanje – pored kontinuiranog opažanja loggerom prikupljeni su i kontrolni uzorci za analize na laboratorijskom uređaju
- Ugljen + uzorkovanje – primarno opažanje pomoću doza s aktivnim ugljenom uz povremeno uzimanje uzoraka (obično kod zamjene doza)

**Način detekcije trasera** – Za određivanje koncentracije trasera korišteni su razni načini i instrumenti detekcije pa je i lista ponuđenih opcija vrlo široka (15): nepoznat, spektrofotometar, terenski spektrometar (logger), kvarc lampa, scintilacijski brojač, gama spektrometar, biološka analiza, scintilacijski spektrometar, vizualno/UV lampa, kvarc lampa/spektrometar, ručni fluorometar, metoda agara i MPN, kemijska analiza i atomski spektrometar.

**Visinska razlika** (m) – Izračunata je na osnovi nadmorskih visina trasiranog i opažanog objekta. Način određivanja opisan u poglavljima 3.3.2 i 3.3.3 (z). Visinska razlika u slučaju trasiranja ili opažanja bušotina (i sličnih objekata) najčešće nije izračunata budući se nije raspolagalo podatkom o razini podzemne vode pa dobivene vrijednosti ne bi bile realne. Posljedično u tim slučajevima nije računat niti prividni hidraulički gradijent.

Negativne vrijednosti označavaju da je opažani objekt lociran na višoj koti od mjesta ubacivanja trasera. Unatoč toj činjenici nailazi se da autori u dijelu takvih situacija navode utvrđenu vodnu vezu, što nije moguće. To vrlo slikovito upućuje na lošu izvedbu trasiranja ili barem na upitnu analitiku koncentracije trasera.

**Shape Length** – Automatski generirano polje, a odnosi se na horizontalnu udaljenost između trasiranog i opažanog objekta. Budući da je riječ o digitalno određenoj udaljenosti, točnost je maksimalna, a ovisi isključivo o točnosti lokacija trasiranog i opažanog objekta. Ove udaljenosti korištene su pri izračunu prividnih brzina tečenja podzemnih voda. Budući da su udaljenosti u izvornoj dokumentaciji gotovo u pravilu znatno nepreciznije (određivane sa starih i često vrlo loših topografskih podloga), novim izračunima su dobivene i nešto drugačije vrijednosti prividnih brzina od onih izračunatih od strane autora predmetne dokumentacije. U najvećem broju slučajeva razlike nisu velike (u decimalama), no ima slučajeva i znatno većih razlika.

## 4. OCJENA PROVEDENIH TRASIRANJA

Sva obrađena trasiranja za koja je prikupljena izvorna dokumentacija ocijenjena su s obzirom na tehničku izvedbu pokusa i pouzdanost dobivenih rezultata u cjelini. Trasiranja za koja nije pronađena izvorna dokumentacija već su prikazani podaci preneseni iz drugih dokumenata nisu ocjenjivana, budući za to nije bilo dovoljno elemenata. U početnoj fazi pokušalo se uspostaviti tablični sustav ocjenjivanja no on se pokazao neučinkovit. Naime, pokazalo se da recimo s obzirom na način određivanja trasera rangiranje može dovesti do pogrešnog zaključka. S jedne strane postoje starija trasiranja pri kojima je detekciju trasera korištena kvarc lampa no njihovi rezultati su posve prihvatljivi, za razliku od drugih pri kojima je detekcija izvedena suvremenim uređajima (laboratorijskim spektrofotometrima), a rezultati su upitni. Slične dvojbe javile su se i pri nizu drugih ocjenjivanih parametara. U konačnici ovdje iznesene ocjene donesene su od strane autora izvješća a na osnovi analize raspoloživih podataka.

Ocjena trasiranja navedena je u „Tablici trasiranja“ u polju „Ocjena trasiranja“, a predviđeno je 6 mogućih kategorija:

- Vrlo dobro
- Dobro
- Prihvatljivo
- Nepouzdana
- Loše
- Nije ocijenjeno

**Vrlo dobro** – u ovu kategoriju svrstan je relativno mali broj trasiranja. Odnosi se na trasiranja koja su izvedena po svim pravilima struke, a koncentracije trasera na opažanim lokacijama određivane su adekvatnim, visoko osjetljivim uređajima. Elaborati sadrže sve relevantne podatke, od dinamike opažanja do krivulja koncentracije trasera. Jasno su utvrđena vremena putovanja trasera što omogućava izračun mjerodavnih prividnih brzina tečenja podzemne vode u danim hidrološkim uvjetima.

**Dobro** – sama izvedba trasiranja i dobiveni rezultati mogu se smatrati pouzdanima. Premda može nedostajati dio tehničkih podataka, recimo dinamika prikupljanja uzoraka kroz razdoblje opažanja, nailazak trasera pouzdano je utvrđen adekvatnom analitikom. Obično su poznate maksimalne koncentracije trasera i vrijeme njihovog pojavljivanja. Utvrđene vodne veze i izračunate prividne brzine mogu se smatrati dovoljno dobrim za korištenje pri određivanju granica priljevnih područja i pri rješavanju pitanja zaštite podzemnih voda, naravno uzevši u obzir hidrološke uvjete pri kojima su trasiranja izvedena.

**Prihvatljivo** – je trasiranje čiji su rezultati hidrogeološki mogući, premda nisu potpuno pouzdani s aspekta dobivenih prividnih brzina i koncentracija trasera. U ovu kategoriju najčešće su svrstana starija trasiranja pri kojima je prisutnost trasera određivana pomoću kvarc lampe. Premda se javljaju karakteristični nazubljeni (skokoviti) dijagrami, što je posljedica određivanja koncentracije trasera preko etalonskih uzoraka, utvrđene veze baziraju se na većim koncentracijama trasera, pa su vjerojatno točne, bar kada je riječ u smjerovima tečenja. Mogu se očekivati greške u vremenu prve pojave i maksimalne koncentracijama trasera, no prividne brzine su orijentacijski prihvatljive. U izvornoj dokumentaciji obično nedostaje dio podataka. Ponavljanje ovih trasiranja, posebno u domeni definiranja zaštitnih zona, je dobrodošlo. S obzirom na utvrđene smjerove tečenja, odnosno vodne veze, rezultati trasiranja su prihvatljivi.

**Nepouzdana** – je trasiranje kod kojeg je dio utvrđenih veza upitan, bilo da je riječ o hidrogeološkim razlozima ili su koncentracije trasera vrlo niske. Klasičan primjer jest potvrda veze malim brojem pozitivnih uzoraka (često samo jedan ili dva), a nakon dužeg razdoblja opažanja (očekuje se i duže istjecanje). Izvorna dokumentacija obično je manjkava i nedostaje dio podataka, od dinamike opažanja do zabilježenih koncentracija. Gotovo u pravilu trasiranje je kratko prikazano u nekom elaboratu i bilo je dio šireg istraživačkog projekta. Krivulje istjecanja trasera (ukoliko postoje) obično



su vrlo netipičnog oblika (nazubljene, trasera malo ima – malo nema). Tehničke greške u elaboratima su česte, udaljenosti i izračun prividnih brzina često je pogrešan. Rezultate ovakvih trasiranja nije uputno koristiti ili ih treba uzeti s rezervom, a najbolje bi ih bilo ponoviti.

**Loše** – u ovu kategoriju svrstana su loše izvedena trasiranja kod kojih je većina veza nepouzdana, a dobrim dijelom i hidrogeološki, najblaže rečeno, neočekivana. Ova trasiranja su redovito vrlo loše obrađena i često je evidentno da autor (izvođač trasiranja) ne razumije problematiku. Dokaz veze koncentracijom nižom od one u nultim uzorcima teško je drugačije tumačiti. Nedostaje veći dio podataka uobičajen za prikaz ove vrste istraživanja ili su oni kontradiktorni. Rezultate ovih trasiranja nije uputno koristiti i svakako ih treba ponoviti.

**Nije ocijenjeno** – primjenjuje se za trasiranja o kojima definitivno ima premalo podataka. Obično je riječ o trasiranjima uvrštenim na temelju prenesenih podataka. U takvim izvorima podataka obično su spomenute samo utvrđene vodne veze i eventualno tada utvrđene maksimalne prividne brzine. Obično nedostaju podaci o drugim opažanim objektima ali i svim drugim uobičajenim elementima trasiranja. Ponekad nije poznat niti izvođač testa, kao ni vrijeme izvođenja. Ova trasiranja, premda ne moraju biti pogrešna, prvenstveno mogu poslužiti kao pomoć pri njihovom ponovnom izvođenju, što je vjerojatno i njihova najveća vrijednost.

Osnovne zamjerke i nedostaci pojedinim trasiranjima vrlo sažeto su prikazane u bazi podataka u polju „Napomena trasiranje“. Primjedba je limitirana brojem od 256 maksimalno mogućih znakova u „memo“ polju baze.

Sva navedena polja baze doprinose donošenju ocjene o kvaliteti izvedenog trasiranja. Ono što je značajno jest da pored informacija svrstanih u baze podataka, korisnik se preko poveznica može upoznati sa sadržajem korištene izvorne dokumentacije, od teksta do krivulja istjecanja ili tablica koncentracije trasera, te praktički na osnovi svih podataka koji su i nama bili na raspolaganju, sam donijeti konačni sud.

Ovdje treba napomenuti da su ocjenjivana i trasiranja kod kojih traser na opažanim lokacijama nije detektiran. U takvim slučajevima ocjena se prvenstveno odnosi na samu tehničku izvedbu testa. Premda je krajnji rezultat (utvrđena veza) izostao, sama izvedba mogla je biti dobra s obzirom na količinu trasera, ispiranje, režim i trajanje opažanja, te metode detekcije. Naravno, ukoliko su u izvedbi načinjeni određeni propusti, takvo je trasiranje ocijenjeno kao loše ili bar nepouzdana.

## 5. PRIVIDNE BRZINE TOKA PODZEMNE VODE

Pored utvrđivanja smjerova toka podzemnih voda na nekom području, što je neophodno za određivanje granica priljevnih područja, jedan od osnovnih rezultata trasiranja je određivanje prividnih brzina toka, što je osobito važno pri delineaciji granica vodozaštitnih područja (zona) izvorišta zahvaćenih za javnu vodoopskrbu. Terminom „prividna“ želi se iskazati kako nije riječ o stvarnoj/realnoj brzini toka podzemne vode, budući da podzemna voda ne teče pravolinijski, kako u horizontalnom tako ni u vertikalnom smislu. Isto tako treba imati na umu da je brzina tečenja podzemnih voda vrlo različita u pojedinim segmentima realnog anizotropnog krškog medija.

Kod nas je uvriježeno da se pod terminom „**prividna brzina toka**“ podzemne vode, iskazuje brzina tečenja podzemne vode izračunata prema izrazu:

$$v_p = L/t \quad \dots \quad (\text{cm/s})$$

Pri čemu je:

$v_p$  – prividna brzina toka do prve pojave trasera (Maximal effective flow velocity)

L - pravolinijska tlocrtna udaljenost između mjesta ubacivanja i mjesta pojave trasera

t – vrijeme proteklo od trenutka ubacivanja trasera do registracije njegove prve pojave na opažanoj lokaciji

Dakle riječ je o brzini dobivenoj na osnovi vremena proteklog do prve zabilježene pojave trasera, odnosno o **maksimalnoj prividnoj brzini toka** podzemne vode. Ove brzine su u bazi „veze“ navedene u polju „Mak prividna brzina“. Kod nas je također uobičajeno da se ta brzina iskazuje u cm/s. Budući da se u svjetskoj praksi (literaturi) koriste i druge mjerne jedinice, radi lakše usporedbe one su u bazi podataka još iskazane i u jedinicama m/sat i m/dan.

U manjem dijelu izvorne dokumentacije autori su navodili i prividnu brzinu toka izračunatu na osnovi vremena proteklog do pojave maksimalne koncentracije trasera (Dominant effective flow velocity). Budući da ova brzina ima velik praktičan značaj u slučajevima akcidentnih onečišćenja podzemnih voda, jer upućuje na približno vrijeme u kojem se može očekivati pojava maksimalnih koncentracija onečišćenja u vodi nekog izvora, ovom prilikom te su brzine izračunate u svim slučajevima kada je za to bilo dovoljno podataka (navodi autora, krivulje istjecanja ili tablice izmjerenih koncentracija). Brzine su upisane u polju „**Prividna brzina max koncentracije**“ i također iskazane mjernim jedinicama cm/s; m/sat; m/dan.

Treba istaknuti da su u sklopu ovog projekta za sva trasiranja dokumentirana s potrebnim podacima (krivulje istjecanja trasera ili tablice izmjerenih koncentracija), prividne brzine ponovo izračunate i vrlo često odstupaju od onih navedenih u korištenoj dokumentaciji. Razlike su obično male, a posljedica su točnijeg određivanja udaljenosti između mjesta ubacivanja i opažanih lokacija. To je razumljivo, budući da su autorima u vrijeme trasiranja bile dostupne znatno lošije topografske podloge. Ovdje je većina lokacija pozicionirana pomoću topografskih podloga mjerila 1:5000, a sama udaljenosti izmjerene su u korištenom GIS programu, te su i po nekoliko stotina metara točnije od ranije korištenih.

Ipak, treba reći da za dio utvrđenih veza nove, ovdje izračunate, prividne brzine značajno odstupaju od onih navedenih u izvornoj dokumentaciji. To je često posljedica grešaka u izračunima autora korištenih izvješća. Najdrastičniji primjer je u slučaju trasiranja ponora u Trsteniku iznad Rijeke (HGI, 25.6.1979.; Ref. 58). Izračunate maksimalne prividne brzine prema lokacijama na kojima se traser pojavio, prema izračunu izvođača, iznose od **3,99** do **4,89** cm/s. Premda su podaci o vremenu nailaska trasera u tekstu (tablica) podudarni s onima koji proizlaze iz dijagrama istjecanja trasera, dakle točni, a udaljenosti su također više-manje točno određene (greške su do tristotinjak metara za udaljenosti u rasponu od 7,8 do 17,47 km, nemaju bitan utjecaj na rezultat izračuna), izračunate maksimalne prividne brzine nemaju veze sa stvarnim vrijednostima. Na osnovi praktički istih podataka koje su koristili i autori izvješća, vrlo je jednostavno izračunati da su maksimalne prividne brzine bile u rasponu od **0,4** do **0,78** cm/s. Ovako niske prividne brzine primjerenije su za istraživano područje i hidrološke uvjete niskih voda u kojima je trasiranje izvedeno. Ova greška u izračunu se već punih 50 godina prenosi iz elaborata u elaborat, uključujući i sva izvješća vezana uz zaštitu riječkih izvorišta.

Dio prividnih brzina upisanih u bazu razlikuje se od onih u izvornom izvješću zbog uočenih grešaka u određivanju vremena nailaska trasera ili njegove maksimalne koncentracije. Naime, u nekim slučajevima u tekstu izvješća i izračunu navedeno je jedno vrijeme, a iz priloženih dijagrama potpuno je razvidno da to nije točno. U takvim slučajevima prednost je dana očitavanju s grafičkog prikaza i podacima iz tablica izmjerenih koncentracija (ukoliko su priložene). Nastale razlike nisu tako drastične kao u prethodnom primjeru.

Premda se u hidrogeološkoj praksi tijekom obrade krivulja istjecanja trasera (Breakthrough curve) ponekad određuju i druge brzine poput:

- minimalne prividne brzine (Minimal effective flow velocity) koja se računa na osnovi vremena proteklog do prestanka istjecanja trasera ili
- srednje prividne brzine (Mean effective flow velocity) koja se računa na osnovi vremena proteklog do istjecanja 50 % ukupno istekle količine trasera itd.

zbog nedovoljno podataka, to se ovdje u daleko najvećem broju slučajeva ne bi moglo učiniti pa se od toga odustalo.

## 6. OPIS STANJA PO TIJELIMA PODZEMNIH VODA

Granice vodnih tijela podzemnih voda (TPV) preuzete su iz važećih dokumenata Hrvatskih voda, odnosno kako su prikazane u „Planu upravljanja vodnim područjima 2016.-2021.“. Trasiranja su u pojedino vodno tijelo svrstana prema položaju mjesta trasiranja i položaju izvora s kojima je utvrđena podzemna vodna veza. Opis stanja po vodnim tijelima, a s obzirom na dosadašnja trasiranja, načinjen je generalno od zapada prema istoku i to prvo za tijela podzemnih voda unutar Jadranskog vodnog područja (Jadranski sliv), a potom za tijela podzemnih voda unutar vodnog područja rijeke Dunav (Crnomorski sliv).

### 6.1. Jadransko vodno područje

#### 6.1.1. Sjeverna Istra

Na području TPV Sjeverna Istra izvedeno je 29 trasiranja. U to je uvršteno i pet trasiranja izvedenih na području Slovenije: Smokovska vala, Movraška vala, Jezerine, Male Loče i Podgrajska ponikva. Kod ovih trasiranja samo je u slučaju trasiranja iz Movraške vale utvrđena vodna veza s izvorima na području Mlina u Republici Hrvatskoj, dok su kod preostala četiri utvrđene vodne veze prema izvorima Rižana i Osepska Reka u Sloveniji. Premda su ta trasiranja ovdje svrstana u TPV Sjeverna Istra, ona realno pripadaju u TPV „Obala in Kras z Brkini“ u Sloveniji. Pored toga u TPV Sjeverna Istra svrstano je i trasiranje iz Tinjanske Drage (INA-Projekt, 1986; Ref. 7), premda je izvedeno neposredno južno od trenutne granice vodnog tijela. Budući da je trasiranjem utvrđena veza s izvorom Gradole ono bi se trebalo naći unutar TPV Sjeverna Istra. Osnovni problem je u tome što u izvornoj dokumentaciji lokacija mjesta trasiranja nije precizno definirana, a samo trasiranje je loše izvedeno i praktički su sve veze upitne.

Glavnina provedenih trasiranja na području sjeverne Istre bila je usmjerena na definiranje priljevnih područja i zaštitu vodoopskrbnih izvora Gabrijeli, Bužini, Gradole, Bulaž i Sv. Ivan. Obradena trasiranja prikazana slijedom njihovog izvođenja navedena su u tablici 2.

Od ukupno 29 navedenih trasiranja, u slučaju njih četiri (stara trasiranja iz 1930. godine ponora kod Brnobića i Rašpora, te novije trasiranje bušotine B-2 Praščari) nije bilo rezultata, odnosno traser nije registriran na izvoru Sv. Ivan, koji je u sva četiri slučaja jedini opažan. Nadalje, za 9 trasiranja nije pronađena izvorna dokumentacija te ona nisu ocijenjena. Zbog niske razine podataka u tu skupinu svrstana su i prethodno spomenuta stara trasiranja (Veronese). Za dio neocijenjenih trasiranja, a na osnovi rezultata prenesenih u drugoj dokumentaciji, može se pretpostaviti da su uglavnom dobro izvedena (trasiranja IRB-a: Oprtalska draga, ponori Prapoče, dolina Zrenj i Bazuje). Za razliku od njih posve je izvjesno da rezultati prvog trasiranja ponora Prapoče (Industroprojekt, 1979) nisu pouzdani i vjerojatno se radi o loše izvedenom trasiranju (detekciji radioaktivnog trasera).

Na osnovi podataka iz izvorne dokumentacije od preostalih 20 trasiranja većina ih je vrlo dobro (4) ili dobro (8) izvedena i dokumentirana. Prihvatljivima se mogu ocijeniti rezultati 3 slovenska trasiranja: Movraška vala, Smokovska vala i Jezerine. Nepouzdanima su ocijenjena 4 trasiranja dok je jedno trasiranje loše izvedeno (Tinjanska draga).

Premda je na području TPV Sjeverna Istra izveden relativno velik broj trasiranja (29) istraženost prostora je relativno slaba, posebno kada se uzme u obzir samo 12 pouzdanih trasiranja (dobra i vrlo dobra) od kojih je čak 5 izvedeno iz ponora Čiže. Može se očekivati da će i nadalje glavnina budućih istraživanja biti usmjerena na definiranje granica sliva i zona sanitarne zaštite izvora zahvaćenih za vodoopskrbu. U tom smislu navode se osnovne preporuke proizašle iz postojećeg stanja istraženosti ovog prostora.

U priljevnom području vodozahvata Gabrijeli i Bužini izvedena su tri dobra trasiranja novijeg datuma (ponor Veneli, Stancija Roso i bušotina MB-1 Mazurija). Na istočnoj strani sliv ovih izvora odvojen je zonarnom podzemnom razvodnicom od sliva izvora Bulaž. Za utvrđivanje njenog točnijeg položaja

bilo bi potrebno izvesti trasiranje zapadno od ponora Bazuje, posljednjeg trasiranog ponora u slivu Bulaža, odnosno na području Marušića i/ili jugozapadno prema Tribanu. Na zapadnoj strani sliva nisu izvođena trasiranja, pa je razvodnica prema Piranskom zaljevu i priobalju kod Umaga vrlo proizvoljno postavljena. Mogućnosti trasiranja na tom su bezvodnom području dosta ograničene. Na južnoj granici sliva poseban problem predstavlja lokalni sliv (14.9 km<sup>2</sup>) gornjeg toka Umaškog potoka. Naime, za vrijeme povlačenja visokih vodnih valova potok se gubi kroz ponornu zonu južno i jugozapadno od zaselka Ljubljanija, formiranu na prijelazu fliških u karbonatne naslage. Daljnji smjer podzemnog otjecanja tih voda nije poznat, ali postoji realna mogućnost da se one dreniraju prema izvorima Bužin i Gabrijeli (u blizini je trasirani povremeni ponor Veneli). U slučaju potvrde ove pretpostavke, uzvodno položeni dio sliva Umaškog potoka trebalo bi priključiti vodozaštitnom području Bužina i Gabrijela.

Tablica 2: Popis trasiranja izvedenih na području TPV Sjeverna Istra.

ID TR	R. br.	LOKACIJA TRASIRANJA	DATUM	IZVOĐAČ	TRASER	Ocjena
186	1	Ponor Rečine	1.1.1930	Gino Veronese	Pivski kvasac	Nije ocijenjeno
189	2	Ponor kod Rašpora	2.4.1930	Gino Veronese	Litijski klorid	Nije ocijenjeno*
187	3	Ponor kod Brnobića	4.4.1930	Gino Veronese	Uranin	Nije ocijenjeno*
188	4	Ponor kod Brnobića	4.4.1930	Gino Veronese	Pivski kvasac	Nije ocijenjeno*
185	5	Ponor u Oprtalskoj dragi	18.4.1957	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Nije ocijenjeno
19	6	Ponor Čiže	21.3.1967	Građevinski fakultet - Zagreb	Uranin	Dobro
20	7	Ponor Čiže	26.5.1968	Građevinski fakultet - Zagreb	Uranin	Dobro
10	8	Ponor u dolini Drage	15.4.1971	Hrvatski geološki institut	Uranin	Nepouzđano
14	9	Ponor Čiže	16.3.1976	Institut Ruđer Bošković	Tricij	Vrlo dobro
174	10	Ponor Pašudija	28.6.1977	Ruđer Bošković	Tricij	Dobro
181	11	Ponor kod Prapoća	5.12.1979	Industroprojekt - Zagreb	Tricij	Nije ocijenjeno
183	12	Ponor u dolini Zrenj	21.1.1983	Ruđer Bošković	Tricij	Nije ocijenjeno
182	13	Ponor kod Prapoća	30.5.1984	Ruđer Bošković	Tricij	Nije ocijenjeno
122	14	Smokovska vala (SLO)	10.4.1985	Institut za biologiju univerze u Ljubljani	Bakteriofagi	Prihvatljivo
13	15	Tinjanska Draga	6.2.1986	INA-Projekt	Uranin	Loše
123	16	Male Loče (SLO)	13.5.1986	Geološki zavod Ljubljana	Uranin	Nepouzđano
124	17	Jezerine-potok Pogaran (SLO)	13.5.1986	Geološki zavod Ljubljana	Rhodamin B	Prihvatljivo
121	18	Movraška vala (SLO)	6.5.1987	Institut za biologiju univerze u Ljubljani	Bakteriofagi	Prihvatljivo
15	19	Ponor Čiže	25.9.1987	Institut Ruđer Bošković	Tricij	Dobro
184	20	Ponor Bazuje	19.5.1988	Ruđer Bošković	Tricij	Nije ocijenjeno
16	21	Ponor Čiže	14.9.1988	Institut Ruđer Bošković	Tricij	Vrlo dobro
173	22	Ponor Rečine	14.6.1989	Ruđer Bošković	Tricij	Nepouzđano
171	23	Ponor kod Dana	27.6.1989	Ruđer Bošković	Tricij	Dobro
172	24	Ponor u Lanišću	12.6.1992	Ruđer Bošković	Tricij	Dobro
77	25	Ponor Veneli	3.10.2001	Hrvatski geološki institut i GZ Ljubljana	Uranin	Dobro
156	26	Stancija Roso	26.10.2010	GEOAQUA d.o.o.	Uranin	Vrlo dobro
39	27	B-2 Praščari	4.4.2014	GEOS d.o.o.	Na-naphthionat	Nepouzđano*
125	28	Podgrajska ponikva (SLO)	14.4.2015	Hrvatski geološki institut i GZ Ljubljana	Uranin	Dobro
38	29	MB-1 Mazurija	12.5.2016	GEOAQUA d.o.o.	Uranin	Vrlo dobro

\* *Trasiranje bez rezultata*

Priljevno područje izvora Bulaž relativno je dobro pokriveno trasiranjima ponora na sjevernoj strani Bujske antiklinale (Bazuje, Pašudija, Oprtalska draga, dolina Zrenj). Premda je izvorna dokumentacija prikupljena jedino za trasiranje ponora Pašudija, na osnovi podataka citiranih u drugoj dokumentaciji i prenesenih rezultata može se pretpostaviti da su i preostala tri trasiranja dobro izvedena. Praktički jedino otvoreno pitanje vezano je uz istočnu granicu sliva prema potoku Bračana. Prilikom trasiranja ponora u Movraškoj vali (Slovenija), sjeverno od fliške barijere (Trščanski paleogenski bazen), pored pojave trasera na izvorima Ara i Sopot kod Mlina, utvrđena je vrlo upitna vodna veza s izvorom Bulaž. Trasiranje je izvedeno pomoću bakteriofaga, a pozitivan je bio samo jedan uzorak. S obzirom na geološku situaciju vezu upitnom smatraju i izvođači trasiranja (Krivic, et al., 1989) i ostavljaju mogućnost da su bakteriofagi u izvor Bulaž došli posredno iz ponorne zone potoka Bračana, koja bi se trebala nalaziti u području gdje njegov tok ulazi u karbonatne naslage završnog dijela Bujske antiklinale. Budući je teško za očekivati ponavljanje trasiranja iz Movraške

vale, ovu pretpostavku bilo bi dobro provjeriti trasiranjem toka Bračane, ukoliko za to postoje realni uvjeti (vidljiva ponorna zona).

Izvor Gradole ključno je vodocrpilište za vodoopskrbu Istarskog područja. U njegovom priljevnom području trasirane su svega 4 lokacije. Dobra trasiranja izvedena su iz ponora Čiže (5 puta) i u novije vrijeme iz ponikve Roneidol kod Višnjanja. Trasiranje iz doline Drage (HGI, 1971; Ref. 4) je nepouzđano (samo jedan pozitivan uzorak) premda je veza prema Gradolama izgledna, dok je nešto nizvodnije izvedeno trasiranje Tinjanske Drage loše i njegovi su rezultati vrlo diskutabilni. Trasiranje s područja Tinjanske Drage svakako bi trebalo ponoviti. Na to upućuju i problemi vezani uz definiranje vodozaštitnih područja ovog izvora. Naime, hidrogeološkom analizom provedenom u sklopu IPA projekta „Održivo upravljanje prekograničnim podzemnim vodama između Tršćanskog i Kvarnerskog zaljeva“, pod akronimom ISTR-HIDRO (Kuhta i dr., 2015), određena je površina sliva od približno 140 km<sup>2</sup>. Prema hidrološkim analizama (Hydroexpert, 1993; Bonacci, 2000; Jukić, 2003) prihvatljiva slivna površina izvora Gradole je oko 113 km<sup>2</sup>. Nedovoljno definirani hidrogeološki odnosi u zaleđu izvora, rezultirali su vrlo konzervativnim pristupom u određivanju zona sanitarne zaštite, pa njihova ukupna površina iznosi 236 km<sup>2</sup> (Bačani, 2003). Da bi se štićeno područje pouzdanije odredilo, vjerojatno svelo u prihvatljivije okvire, pored ponavljanja trasiranja iz Tinjanske drage, potrebno je izvesti dodatna trasiranja u području južno od linije Višnjjan-Tinjan.

U priljevnom području izvora Sv. Ivan situacija je vrlo slična. Premda je na tom području izvedeno čak 10 trasiranja, pouzdanih rezultata vrlo je malo. Četiri trasiranja (Ponor Rašpor, Ponor kod Brnobići-dva trasiranja, ponori u koritu Rečine) izvedena su još davne 1930. godine i nisu dala značajnijih rezultata (Veronese, 1939; Ref. 132). Zbog činjenice da se u stručnoj literaturi susreću i drugačiji podaci, ovdje treba spomenuti da je tom prilikom ponor kod Brnobića trasiran uraninom i pivskim kvascem, a veza s izvorom Sv. Ivan nije dokazana. Trasiranje ponorne zone Rečine kod Pengara ponovljeno je 1989. godine (Kvastek, 1993; Ref. 123) i potvrdilo je vezu s izvorom Sv. Ivan. Zbog male udaljenosti između ponorne zone i izvora Sv. Ivan, trasiranja Rečine imaju lokalni karakter. Lokalni karakter ima i trasiranje bušotine B-2 na lokaciji kamenoloma Praščari (GEOS d.o.o., 2014). Riječ je o namjenskom trasiranju za potrebe mikrozoniranja, a rezultati su nepouzđani. Korištena je mala količina trasera i opažanje je bilo prekratko za hidrogeološku situaciju na području istraživanja i uvjete napajanja izvora Sv. Ivan. Analitika uzoraka je loša. Podzemne vode nemaju gdje isteći osim na izvoru Sv. Ivan no veza nije utvrđena. Nadalje, premda izvorna dokumentacija nije pronađena, pa je ostalo ne ocijenjeno, na osnovi podataka koji se prenose u stručnoj literaturi, može se zaključiti da je prvo trasiranje ponora kod Prapoća (Industroprojekt, 1979) primjer loše izvedenog trasiranja. Tada je utvrđena vodna veza gotovo sa svim opažanim izvorima od Gradola i Sv. Ivana, preko Bubić jame do Ike. Lošu izvedbu (vjerojatno je problem u analitici) pokazuju rezultati ponovljenog trasiranja istog ponora u sličnim hidrološkim uvjetima (Ruđer Bošković, 1984), kojim je dokazana vodna veza samo s izvorom Sv. Ivan. Pored ovog, u slivu Sv. Ivana značajna su i dobro izvedena još jedino trasiranja ponora kod Lanišća i Dana (Kvastek, 1993; Ref. 123). Kod Dana radioaktivni traser ubačen je u završne ponore ispod sela, a njegova pojava registrirana je na izvoru Sv. Ivan, ali i na izvorima Kristal i Admiral u Opatiji. Slični rezultati dobiveni su i iz Ponora u Lanišću. Zanimljivo je da tijekom ranije izvedenog trasiranja ponora u koritu vodotoka u samom selu (Zupan, 1987; Ref. 82; Krivic et al., 1989; Ref. 84), koji se nalaze cca 700 m uzvodnije od završnih ponora, traser registriran samo na izvorima Kristal i Admiral. Spomenuta trasiranja na Čićariji (Prapoće, Dane, Lanišće), praktički su jedina trasiranja značajna za određivanje granica sliva. Brojna neriješena pitanja koja su i danas predmet stručnih rasprava najbolje se ogledaju pri određivanju vodozaštitnih područja.

Prema rezultatima hidrogeoloških analiza i hidroloških proračuna provedenih u sklopu prethodnih istraživanja (Hydroexpert, 1992) površina sliva Sv. Ivana je između 55 i 63 km<sup>2</sup>. Prema hidrogeološkoj interpretaciji provedenoj u sklopu projekta ISTR-HIDRO, potencijalno priljevno područje izvora Sv. Ivan zauzima površinu od 157,4 km<sup>2</sup>. Interpretacija je provedena s aspekta vodozaštite i vrlo je konzervativna, pa su prethodno određenoj površini dodana i moguća utjecajna područja između Buzeta, Perca i Dana te cijelo fliško priljevno područje Rečine, sve do južno od Brnobića. Međutim i tako izrazito konzervativno određeno potencijalno priljevno područje, daleko je manje od prostora obuhvaćenog zaštitnim zonama. Prema važećim odlukama, zone sanitarne zaštite Sv. Ivana zauzimaju površinu od 269 km<sup>2</sup> na teritoriju Hrvatske, a kada se tome doda i 77 km<sup>2</sup> koji bi trebali biti obuhvaćeni IV. zonom zaštite na teritoriju Slovenije, dolazi se do impozantnih

(i neodrživih) 346 km<sup>2</sup>. Da bi se sliv izvora Sv. Ivan bolje definirao potreban je čitav niz dodatnih trasiranja, praktički po cijelom obodnom području sliva.

### 6.1.2. Središnja Istra

Na području TPV Središnja Istra izvedeno je 19 trasiranja (tablica 3) od čega se 3 odnose na Pazinsku jamu. Glavnina provedenih trasiranja bila je usmjerena na definiranje priljevni područja i zaštitu vodoopskrbnih izvora, te zaštitu Limskeg kanala.

Tablica 3: Popis trasiranja izvedenih na području TPV Središnja Istra.

ID TR	R. br.	LOKACIJA TRASIRANJA	DATUM	IZVOĐAČ	TRASER	Ocjena
176	1	Pazinska jama	16.11.1967	Građevinski fakultet - Zagreb	Uranin	Nije ocijenjeno
9	2	Bušotina P-3	25.5.1971	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
208	3	Akumulacija Letaj	25.3.1974	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
175	4	Pazinska jama	11.3.1978	Ruđer Bošković	Tricij	Dobro
18	5	Jama kod Cera-Sv Martin	8.5.1979	Industroprojekt - Zagreb	Uranin	Nepouzdanost
180	6	Akumulacija Letaj-brana	7.12.1979	Industroprojekt - Zagreb	Krom 51	Nije ocijenjeno
21	7	Pećina na Dubrovi	8.2.1980	Industroprojekt - Zagreb	Uranin	Nepouzdanost
179	8	B-14 Vele Soline	11.4.1980	Industroprojekt - Zagreb	Uranin	Nije ocijenjeno
192	9	Rovinjko selo	19.9.1980	Industroprojekt - Zagreb	Uranin	Prihvatljivo
177	10	Pazinska jama	8.7.1981	Ruđer Bošković	Tricij	Nije ocijenjeno
17	11	Jama kod Cera-Sv Matej	25.3.1982	Industroprojekt - Zagreb	Uranin	Nepouzdanost
59	12	Jama Bonaparte	25.2.1983	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo*
190	13	Sv. Petar u šumi	4.4.1985	INA-Projekt	Uranin	Nije ocijenjeno
41	14	IB-6 Kamenolom Krasa	11.4.2006	GEO-5 d.o.o.	Uranin	Prihvatljivo
157	15	Roneidol-Višnjani	16.2.2009	GEOAQUA d.o.o.	Uranin	Vrlo dobro
48	16	Vojak - Učka	4.10.2010	GEOAQUA d.o.o.	Uranin	Prihvatljivo*
37	17	Ciburi	12.9.2014	GEOS d.o.o.	Uranin	Vrlo dobro
42	18	UB-1 Kontrade	21.2.2017	GEOAQUA d.o.o.	Uranin	Nepouzdanost
40	19	Kamenolom Tambura	20.3.2017	GEOAQUA d.o.o.	Uranin	Dobro*

\* *Trasiranje bez rezultata*

Od navedenog broja u slučaju 3 trasiranja (Jama Bonaparte, Vojak – Učka i kamenolom Tambura) nije bilo rezultata, odnosno traser nije registriran na opažanim izvorima, premda je sam postupak izvođenja testova bio dobar ili bar prihvatljiv. Nadalje, za 5 trasiranja nije pronađena izvorna dokumentacija te ona nisu ocijenjena. Za trasiranja iz Pazinske jame (Građevinski fakultet 1967; Ruđer Bošković 1981) rezultati koji se prenose u stručnoj literaturi su prihvatljivi i vjerojatno je riječ o dobro izvedenim testovima. Za razliku od njih trasiranja akumulacije Letaj-brana (Industroprojekt 1979), bušotine B-14 Vele Soline (Industroprojekt 1981) i Sv. Petar u šumi (INA-Projekt 1985) su vjerojatno loše izvedena i preneseni rezultati su vrlo upitni.

Na osnovi podataka iz izvorne dokumentacije od preostalih 14 ocijenjenih trasiranja samo 5 su dobro (3) ili vrlo dobro (2) izvedena i dokumentirana. Prihvatljivima se mogu ocijeniti rezultati još 6 trasiranja, premda i kod njih postoje određene zamjerke ili nedorečenosti. Rezultate 3 trasiranja treba smatrati nepouzdanima ako ne i loše izvedenima: Jama kod Cera-Sv. Martin, Jama kod Cera-Sv. Matej i Pećina na Dubrovi.

U slučaju Jame kod Cera-Sv. Martin (Industroprojekt 1979; Ref. 12) trasiranje je opisano na svega jednoj stranici i nedostaju gotovo svi relevantni podaci pa nikakva provjera valjanosti praktički nije moguća. Sve veze, koje su prema autorima definirane kao utvrđene veze, su u stvari upitne, a posebno u odnosu na iskazane prividne brzine. Trasiranje treba ponoviti, tim više što je kasniji prestanak rada i potapanje ugljenokopa izmijenilo hidrogeološke odnose na tom području.

U slučaju Jame kod Cera-Sv. Matej (Industroprojekt 1982; Ref. 11) također se radi o izrazito neprofesionalno izrađenom elaboratu bez popratne dokumentacije. Lokacija jame je loša i tijekom terenskog obilaska nismo ju uspjeli pronaći (jama i trasiranje nepoznato lokalnom stanovništvu).

Ovdje je locirana prema karti iz elaborata (stara talijanska karta 1:25000) te se može smatrati približnom.

U elaboratu nisu priložene tablice niti dijagrami koncentracije trasera. Elaborat je prepun grešaka. Evo nekoliko primjera. U tekstu elaborata stoji: "*boja se na izvoru Česuni pojavila 29.3. u 8:15 sati, što znači za 80 sati*". To je pogrešno. Budući da je traser ubačen 25.3. u 10:30 sati, protekla su 93:45 sata. Ili drugi primjer. Ako je prividna brzina 121 m/sat, onda je to 2.904 m/dan, a ne 2.504 m/dan kako se to navodi u slučaju izvora Rakonek. Budući da bez krivulja istjecanja ili tablica izmjerenih koncentracija (dinamika uzorkovanja također nedostaje), nije moguće utvrditi što je pogrešno, navedena vremena pojave trasera ili izračun sati. Uz činjenicu da s obzirom na lošu lokaciju jame ni udaljenosti nije moguće točnije odrediti, ovdje navedene prividne brzine imaju orijentacijski karakter. One su dobivene koristeći vremena prve pojave trasera navedena u tekstu, te udaljenosti dobivene na temelju usvojene lokacije jame.

Nadalje u tekstu se navodi da je nakon ubacivanja trasera u 10:30 sati pa do 12:15 sati u jamu ubačeno 150 m<sup>3</sup> vode. To bi značilo da je potiskivanje trasera vršeno s prosječno 23,8 L/s, što je teško za vjerovati (otkud tolika voda?). Pojava trasera na Pulskim bunarima bila je u vrlo niskim koncentracijama, pa i sami autori rezultat smatraju samo indikacijom veze. Unatoč navodno 100 kg uranina ovo trasiranje vrlo je loše a rezultati upitni, te ga treba ponoviti.

U elaboratu trasiranja Pećine na Dubrovi kod Labina (Haček, 1980; Ref. 15) izvedba i rezultati opisani su na svega jednoj stranici, pa nedostaju gotovo svi relevantni podaci, od režima opažanja do krivulja istjecanja i koncentracija trasera. Za pojavu boje naveden je samo broj dana nakon kojeg se boja pojavila na pojedinom opažanom lokalitetu (Bubić jama za 8 dana, rudnici za 4 dana, Fonte Gajo i Kokoti 7 dana, te Mutnica 8 dana) i raspon navodno utvrđenih prividnih brzina između 600 i 900 m/dan. Ukoliko se na osnovi navedenih vremena do prve pojave boje i udaljenosti do opažanih mjesta načini grubi izračun (za sve dane uzeta su puna 24 sata), dobiju se prividne brzine toka podzemne vode: 475 m/dan prema Bubić jami, 949 m/dan prema izvorištu Fonte Gajo, 909 prema Kokotima i 973 prema Mutnici. Brzine prema rudnicima nije moguće izračunati budući se ne zna gdje su uzorci uzimani. Ovdje su rudnici shematski locirani položajem glavnog rudarskog okna Labin. Zanimljivo je da se traser pojavio u rudniku, a nije detektiran i na izlazu potkopa Rabac koji je također opažan. Naime, sve rudničke vode, dakle i one u kojima je detektiran traser, istječu na tom potkopu. Prava pomutnja nastaje kada se uzmu u obzir navodi iz Elaborata o zaštitnim zonama izvorišta na širem području Labina (Haček, M. & Hanich, M., 1982). Tu je navedeno da prividne brzine toka prema izvorištima iznose: 620 m/dan prema Bubić jami, 770 m/dan prema izvorištima Fonte Gajo i Kokoti, te 870 prema Mutnici. Kada se ovi podaci detaljnije razmotre situacija postaje potpuno nejasna. Naime, za 8 dana toka prema Bubić jami, uz navedenu prividnu brzinu, traser bi prešao 4,96 km, a Bubić jame je udaljena svega 3,84 km. Dakle traser se trebao pojaviti dva dana ranije od navedenog. Za Mutnicu, Fonte Gajo i Kokote situacija je obrnuta. Uz brzinu od 870 m/dan nakon 8 dana toka traser bi prevalio 6,96 km, a izvor Mutnica je udaljen 7,78 km. Dakle, pojava trasera mogla je biti konstatirana tek nakon 9 dana, a ne 8 kako je navedeno. Slično je s Fonte Gajom i Kokotima. Što je ovdje točno nije moguće utvrditi. U bazu su unesene prividne brzine navedene u Elaboratu o zaštitnim zonama. Unatoč velikoj količini uranina, trasiranje je loše obrađeno i treba ga ponoviti, a posebno imajući u vidu prestanak rada i potapanje ugljenokopa, što je svakako izmijenilo hidrogeološke odnose na tom području.

Rezimirajući navedenu situaciju proizlazi da se hidrogeološki odnosi na području ovog TPV-a, koje obuhvaća centralni dio Istre te njenu istočnu i zapadnu obalu, mogu tumačiti na osnovi svega 5 pouzdanih trasiranja. Razumljivo je da u takvoj situaciji postoje brojna pitanja i nedoumice. Tako i nadalje nije poznata stvarna barijerna funkcija dolomita i dolomitnih breča donje krede u centralnoj Istri, odnosno predstavljaju li ove naslage vododijelnicu između slivova istočne i zapadne obale Istre. Otvoreno je pitanje sjeverne granice područja napajanja vodoopskrbnih zdanaca na području Pule. Isto tako vrlo je malo podataka za definiranje područja napajanja značajnih vodoopskrbnih izvorišta istočne istre na području Plomina i doline Raše. Proizlazi da u priljevnom području labinskih izvora Fonte Gajo i Kokoti nije izvedeno niti jedno dobro i pouzdano trasiranje. Situacija je još nepovoljnija kada se uzme u obzir da niti jedno trasiranje nije izvedeno nakon potapanja dubokih rudničkih jama (Labin-Raša-Ripenda završilo 1991., Pićan-Tupljak završilo 1998.) nakon kojih je došlo do drastičnih hidrogeoloških promjena na širem području. Posljednje regionalno trasiranje na području ovog TPV-a izvedeno je 1985. godine (prije 34 godine i bilo je loše). Četiri novija trasiranja (2010.; 2014. i dva 2017. godine) rađena su za potrebe mikrozoniranja (opažaju se samo ciljani vodozahvati), a širi

značaj ima samo trasiranje na lokalitetu Ciburi, premda je i kod njega broj opažanih lokacija bio ograničen.

### 6.1.3. Južna Istra

Na području površinom malog TPV Južna i središnja Istra - Pula izvedena su 4 trasiranja (tablica 4). Na tom se području nalazi glavina vodoopskrbnih zdenaca grada Pule. Zbog loše kakvoće vode većina ih je danas izvan pogona, a rijetki se povremeno koriste (uglavnom Šišan i Jadreški).

Kako je vidljivo kod trasiranja bušotine B-1 traser nigdje nije registriran, što je vjerojatno posljedica loše izvedbe testa. Preostala tri trasiranja klasificirana su kao prihvatljiva, prvenstveno s obzirom na utvrđene smjerove tečenja podzemnih voda.

Tablica 4: Popis trasiranja izvedenih na području TPV Središnja i južna Istra.

ID_TR	R. br.	LOKACIJA TRASIRANJA	DATUM	IZVOĐAČ	TRASER	Ocjena
8	1	Bušotina P-1	15.4.1971	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
12	2	Jama u Radetima	26.3.1979	Industroprojekt - Zagreb	Uranin	Prihvatljivo
11	3	Bušotina B-1 Pula	10.10.1996	INA Geološki konzalting	Uranin	Loše*
365	4	Bunar Vidrijan	22.1.2014.	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo

\* *Trasiranje bez rezultata*

### 6.1.4. Riječki zaljev

Na području TPV Riječki zaljev registrirano je 25 trasiranja (tablica 5). S obzirom na to da su utvrđene vodne veze s izvorima u Kvarnerskom zaljevu, ovdje su uključena i trasiranja iz Račiške ponikve i Ponora Novokračina koji se nalaze na teritoriju Republike Slovenije. Spomenuta trasiranja potvrđuju prekogranični karakter ovog vodnog tijela.

Tablica 5: Popis trasiranja izvedenih na području TPV Riječki zaljev

ID_TR	R. br.	LOKACIJA TRASIRANJA	DATUM	IZVOĐAČ	TRASER	Ocjena
87	1	Gotovž	5.3.1974	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
132	2	Kaverna u tunelu Učka	4.12.1977	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
128	3	Čikovići	17.1.1980	Hrvatski geološki institut	Uranin	Nepouzđano
110	4	Jama na Poklonu	11.12.1980	Hrvatski geološki institut	Uranin	Nepouzđano
111	5	INA-Odmaralište	26.1.1982	Hrvatski geološki institut	Uranin	Nepouzđano
113	6	Kalsko-Učka	15.6.1982	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo*
112	7	Dobreč-Učka	21.10.1982	Hrvatski geološki institut	Uranin	Nepouzđano*
66	8	Kolavići Jama 4	17.4.1986	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
67	9	Kolavići Jama 4	14.5.1986	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
119	10	Račiške ponikve	6.5.1987	Hidrometeorološki zavod Slovenije	Uranin	Dobro
120	11	Dane	6.5.1987	Hidrometeorološki zavod Slovenije	Rhodamin B	Dobro
68	12	OP-2	8.7.1987	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
69	13	OP-3	12.11.1987	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
65	14	Kolavići Jama 2	14.9.1988	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
70	15	OP-4	3.11.1988	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
55	16	Asfaltna baza Mariščina	16.11.1988	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
129	17	Jama kod Šmogora	28.6.1989	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
130	18	Sufozija kod Jušića	9.11.1989	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
131	19	Jama kod Korenskog	6.2.1990	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
117	20	Špilja u selu Puži	11.7.1990	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
116	21	Ponor potoka Brusar-Pasjak	7.11.1990	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
118	22	Jama kod Velog Brguda	15.2.1991	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
62	23	RB-1 Rojno	7.11.1996	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
78	24	Ponor Novokračine	29.11.2003	Hrvatski geološki institut i GZ Ljubljana	Uranin	Dobro
155	25	Jama kod Klane	20.3.2011	Geo-Cad d.o.o.	Na-naphthionat	Prihvatljivo

\* *Trasiranje bez rezultata*



Glavnina provedenih trasiranja bila je usmjerena na definiranje priljevnih područja i zaštitu vodoopskrbnih izvora na području Učke, te određivanje razvodnice ovog vodnog tijela prema sjevernoj i središnjoj Istri na zapadu, kao i slivu vodoopskrbnih izvora Rječine i Zvira na istoku. Za sva evidentirana trasiranja pronađena je izvorna dokumentacija, koja je u znatnom broju slučajeva vrlo oskudna.

Od navedenog broja u slučaju 2 trasiranja nije bilo rezultata, odnosno traser nije registriran na opažanim izvorima, pri čemu je u slučaju Kalskog sam postupak izvođenja testa bio prihvatljiv, dok je u slučaju jame na Dobreču postupak trasiranja upitan. Četiri trasiranja ocijenjena su kao nepouzdana. Najveći broj, odnosno 13 trasiranja mogu se smatrati prihvatljivima, a svega 8 trasiranja ocijenjeno je dobrima tj. pouzdanima.

S obzirom na činjenicu da osim na vršnom području Učke, unutar ovog TPV nema izvora zahvaćenih za javnu vodoopskrbu, a značaj su izgubili i jači izvori u samoj Rijeci (Pod Jelšun, Mlaka, Rikard Benčić), daljnja trasiranja na ovom području mogu se očekivati na području uz njegovu istočnu granicu. Naime, razvodnica prema TPV Rijeka-Bakar, na čijoj se istočnoj strani nalaze vrlo značajni vodoopskrbni izvori Rječina i Zvir, ima izrazito zonarni karakter. Na to upućuje trasiranja u zoni razvodnice (jama kod Klane, estavela u koritu Rječine) pri kojima su utvrđene veze s rubnim izvorima u oba vodna tijela.

### 6.1.5. Rijeka-Bakar

Na području TPV Rijeka-Bakar registrirano je 29 trasiranja (tablica 6). S obzirom na to da su utvrđene vodne veze s izvorima Rječina i Zvir, ovdje je uključeno i trasiranje iz Črne drage na Snježniku u Sloveniji. Spomenuto trasiranje potvrđuje prekogranični karakter ovog vodnog tijela.

Isto tako ovdje su svrstana i trasiranja izvedena iz područja Lepenice (Lepenica i Sufozija Lepenica, HGI 1976, 1990; Ref. 115 i 229) i trasiranje ponora Ličanke (HGI, 1972: Ref. 94 i 107), premda se grafički sama mjesta ubacivanja trasera nalaze u rubnom području susjednog vodnog tijela Lika-Gacka.

Glavnina provedenih trasiranja bila je usmjerena na definiranje priljevnih područja i zaštitu vodoopskrbnih izvora Rijeke (Rječina, Zvir, Martinščica). Za većinu evidentiranih trasiranja pronađena je izvorna dokumentacija, koja je u znatnom broju slučajeva vrlo oskudna. Jedino trasiranje koje je ovdje uvršteno samo na osnovi šturih prenesenih podataka (nije ocijenjeno) je trasiranje ponora Ličanke (HGI, 1972; Ref. 94 i 107). U slučaju trasiranja u Juranima (HGI, 1976; Ref.232), unatoč korištenju 50 kg uranina, traser se nije pojavio niti na jednom opažanom izvoru.

Od 28 ocijenjenih trasiranja njih 6 svrstano je u kategoriju nepouzdanih, prihvatljivim je ocijenjeno 10, dok je u kategorije dobrih i vrlo dobrih svrstano po 6 trasiranja.

Kako je već spomenuto, daleko najveći broj trasiranja izveden je u zaleđu vodoopskrbnih izvora grada Rijeke, odnosno na zapadnoj strani vodnog tijela. Primjetno je da u gorskim predjelima, odnosno u području razvodnice prema TPV Kupa (Gornja), a koja je ujedno i razvodnica između jadranskog i crnomorskog sliva nije izvedeno niti jedno trasiranje.

Situacija nije puno bolja niti uz vododijelnicu prema TPV Lika-Gacka. Prethodno spomenuta tri trasiranja izvedena u tom području vrlo su problematična. Budući da su kod ovih trasiranja pored veza s izvorima oko Bakarskog zaljeva, utvrđene i vodne veze s područjem Novljanske Žrnovnice, proizlazi da se trasirane lokacije nalaze u području razvodnice ovih slivova. Problem je u nepouzdanosti ovih trasiranja (Lepenica, Sufozija Lepenica), a trasiranje ponora Ličanke zbog nedostatnih podataka nije bilo moguće ocijeniti. U svakom slučaju bar neko od ovih trasiranja bi vrijedilo ponoviti.

Isto se može reći i za trasiranje Ponora na Trsteniku (HGI, 1979; Ref. 58), koje je ovdje ocijenjeno kao nepouzdana. Kako je već opisano u poglavlju 5, kod ovog trasiranja vjerojatno je došlo do neobjašnjivih pogrešaka u izračunu prividnih brzina tečenja. Naime, izračunate maksimalne prividne brzine prema lokacijama na kojima se traser pojavio, prema izračunu izvođača, iznose od **3,99** do **4,89** cm/s. Premda su podaci o vremenu nailaska trasera u tekstu (tablica) podudarni s onima koji proizlaze iz dijagrama istjecanja trasera, dakle točni koliko to mogu biti u slučaju tako netipičnih

dijagrama, a udaljenosti su također više-manje točno određene (greške su do tristotinjak metara za udaljenosti u rasponu od 7,8 do 17,47 km i nemaju bitan utjecaj na rezultat izračuna), izračunate maksimalne prividne brzine nemaju veze sa stvarnim vrijednostima. Na osnovi praktički istih podataka koje su koristili i autori izvješća, vrlo je jednostavno izračunati da su maksimalne prividne brzine bile u rasponu od **0,4** do **0,78** cm/s. Ovako niske prividne brzine primjerenije su za istraživano područje i hidrološke uvjete niskih voda u kojima je trasiranje izvedeno. Ova greška u izračunu se već punih 50 godina prenosi iz elaborata u elaborat, uključujući i sva izvješća vezana uz zaštitu riječkih izvorišta. Trasiranje bi trebalo ponoviti.

Tablica 6: Popis trasiranja izvedenih na području TPV Rijeka-Bakar

ID_TR	R. br.	LOKACIJA TRASIRANJA	DATUM	IZVOĐAČ	TRASER	Ocjena
133	1	Ponikve-Mali lug	1.2.1939	Higijenski zavod Zagreb, Dom NZ Sušak	Uranin	Nepouzdana
134	2	Ponor Krasica	25.9.1948	Higijenski zavod Zagreb, Dom NZ Sušak	Uranin	Nepouzdana
135	3	Ponor Krasica	19.5.1967	Geotecnika	Uranin	Prihvatljivo
76	4	Ponor Rupa	6.2.1974	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
75	5	Ponor u Mlaci	2.4.1975	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
359	6	Jurani	5.10.1976	Hrvatski geološki institut	Uranin	Nepouzdana*
360	7	Škrljevo	31.3.1977	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
74	8	Ponor u Mlaci	18.1.1978	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
71	9	Ponor na Trsteniku	25.6.1979	Hrvatski geološki institut	Uranin	Nepouzdana
356	10	Učivac	18.10.1979	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
63	11	FLOT-3 Škrljevo	21.3.1984	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
72	12	SP-1	23.4.1985	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
73	13	Zala	25.1.1986	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
61	14	Estavela u koritu Rječine	4.12.1986	Hrvatski geološki institut	Uranin	Vrlo dobro
357	15	Sufozija Lepenica	14.11.1990	Hrvatski geološki institut	Uranin	Nepouzdana
114	16	Brgudac SP-3	16.12.1994	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
115	17	Brgudac SP-6	9.7.1995	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
194	18	Mavrinci BČ-2	9.3.1999	Hrvatski geološki institut	Uranin	Vrlo dobro
195	19	Cernik BČ-1	12.8.1999	Hrvatski geološki institut	Uranin	Vrlo dobro
53	20	DZ-3 Drenova	15.2.2002	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
79	21	Črna draga	22.5.2004	Hrvatski geološki institut i GZ Ljubljana	Uranin	Dobro
27	22	Ponor Rupa	14.2.2009	Hrvatski geološki institut	Na-naphthionat	Vrlo dobro
28	23	Bušotina DB-1	14.2.2009	Hrvatski geološki institut	Uranin	Vrlo dobro
44	24	EKO Centar-Kukuljanovo	30.4.2012	GEOAQUA d.o.o.	Uranin	Dobro
29	25	Podhum	30.1.2013	Hrvatski geološki institut	Na-naphthionat	Vrlo dobro
49	26	B-1 Kikovica-Drenov Vrh	4.2.2016	GEO-5 d.o.o.	Uranin	Dobro
150	27	Ponor Ličanke	8.12.1972	Hrvatski geološki institut	Uranin	Nije ocijenjeno
46	28	B-1 Kukuljanovo	18.10.2016	GEOAQUA d.o.o.	Uranin	Dobro
159	29	Lepenica	15.5.1976	Hrvatski geološki institut	Uranin	Nepouzdana

\* *Trasiranje bez rezultata*

### 6.1.6. Lika-Gacka

Ovo izrazito veliko tijelo podzemnih voda obuhvaća priljevna područja rijeka ponornica Like i Gacke, kao i priobalne izvore u Primorju i Velebitskom kanalu od Novljanske Žrnovnice do Selina. Njegovu sjeveroistočnu granicu sve od područja Gorskog kotara na sjeverozapadu do sliva Zrmanje na jugoistoku predstavlja razvodnica jadranskog i crnomorskog sliva.

Na području TPV Lika-Gacka registrirano je 31 trasiranje (tablica 7). Najveći dio trasiranja izveden je za potrebe utvrđivanja vodozaštitnih područja izvorišta Novljanske Žrnovnice i rijeke Gecke, te vodozahvata na širem području Pazarišta i Gospića. Dio trasiranja izveden je za potrebe projektiranja i izgradnje akumulacije i HE Kruščica.

Za većinu evidentiranih trasiranja pronađena je izvorna dokumentacija, koja je u znatnom broju slučajeva vrlo oskudna. Izvorna dokumentacija nije pronađena za prvo trasiranje Markovog ponora

(DHMZ, 1960; Ref 94, 104) i estavele Vranjkovac na Turjanskom polju (Građevinski fakultet Zagreb, 1988; Ref. 223, 226), koje praktički nije dalo rezultata.

Od 29 ocijenjenih trasiranja većina ih je svrstana u kategoriju dobrih (12) ili vrlo dobrih (6). Prihvatljivi su rezultati još 7 trasiranja, dok su tri ocijenjena kao loša i jedno kao nepouzđano.

**Tablica 7: Popis trasiranja izvedenih na području TPV Lika-Gacka**

ID TR	R. br.	LOKACIJA TRASIRANJA	DATUM	IZVOĐAČ	TRASER	Ocjena
25	1	Studenci - Potok Mezinovac	14.4.1957	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Prihvatljivo
24	2	Ponor Vlatkovića jama	5.12.1958	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Loše
64	3	Ponor Vlatkovića jama	16.4.1959	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Loše
140	4	Markov ponor	19.5.1960	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Nije ocijenjeno
126	5	Bikina jama	20.11.1974	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
80	6	Ponori Babinog potoka	13.1.1975	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
81	7	Ponor u Kozjanu	21.3.1975	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
83	8	Jama u Gornjoj Ploči	18.7.1975	Hrvatski geološki institut	Uranin	Nepouzđano
82	9	Markov ponor	18.10.1975	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
88	10	K-1-1 Kosinj	9.12.1986	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
92	11	Ponor Bakovca	8.4.1987	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
90	12	LG-5	22.12.1987	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
91	13	Ponor Bakovca	31.3.1988	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
351	14	Vranjkovac	26.4.1988	Građevinski fakultet - Zagreb	Uranin	Nije ocijenjeno
89	15	LG-15 Kosinj	4.5.1988	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
358	16	Ponor u Vratima	7.1.1991	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
327	17	Ponor Crnog vrela	6.12.1996	INA Geološki konzalting	Uranin	Loše
338	18	Kamenolom Lešće	8.4.1997	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
328	19	Jadovno	17.1.1998	INA Geološki konzalting	Uranin	Prihvatljivo
54	20	Kotao (Reljićev ponor)	12.12.2002	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
58	21	Bikina jama	18.11.2004	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
151	22	Jama na Pepelarici	26.7.2005	GEOAQUA d.o.o.	Uranin	Dobro
152	23	Ponor na Bubnici	12.9.2005	GEOAQUA d.o.o.	Uranin	Dobro
26	24	Markov ponor	30.11.2005	Hrvatski geološki institut	Uranin	Vrlo dobro
30	25	Ponor na Trnovcu	30.3.2010	Hrvatski geološki institut	Uranin	Vrlo dobro
31	26	Ponor na Trnovcu	23.4.2010	Hrvatski geološki institut	Uranin	Vrlo dobro
153	27	Ponor Gate-Brinje	15.11.2010	GEOAQUA d.o.o.	Uranin	Dobro
35	28	Šuputova draga	12.3.2013	Hrvatski geološki institut	Na-naphthionat	Vrlo dobro
43	29	Murvićeva draga	15.9.2014	GEOAQUA d.o.o.	Uranin	Dobro
339	30	Ponor u Lugu	20.3.2019	Hrvatski geološki institut	Na-naphthionat	Vrlo dobro
340	31	Ponor potoka Jazmak	20.3.2019	Hrvatski geološki institut	Uranin	Vrlo dobro

Kako je već spomenuto, najveći broj trasiranja izveden je u zaleđu vodoopskrbnih izvora. Primjetno je da u gorskim predjelima na sjevernom dijelu ovog TPV, odnosno u području razvodnice prema TPV Kupa (Gornja) i Mrežnica, a koja je ujedno i razvodnica između jadranskog i crnomorskog sliva praktički nije izvedeno niti jedno trasiranje. Glavni razlog za to vjerojatno je činjenica što se ta razvodnica pruža duž masiva Velike Kapele, odnosno prolazi nenaseljenim i teško pristupačnim područjem, na kojem su uvjeti za trasiranje ograničeni.

Situacija nije puno bolja niti na južnoj strani TPV, odnosno uz vododijelnicu prema TPV Una (Gornja) i Zrmanja. U toj zoni izvedeno je samo trasiranje jame u Gornjoj Ploči (HGI, 1976, Ref. 64), a koje je ovdje ocijenjeno kao nepouzđano.

### 6.1.7. Zrmanja

Na području TPV Zrmanja registrirano je 14 trasiranja (tablica 8). Najveći dio trasiranja izveden je za potrebe projektiranja i izgradnje hidroenergetskog sustava RHE Obrovac, a dio je vezan uz određivanje vodozaštitnih područja izvorišta na području Zrmanje.

Nažalost, za čak 7 evidentiranih trasiranja nije pronađena izvorna dokumentacija, te ih nije bilo moguće ocijeniti. Ovdje prikazani podaci preneseni su uglavnom iz tablica priloženih u

hidrogeološkoj studiji Like (Biondić & Goatti, 1976; Ref. 94). Premda su poznati nazivi izvornih elaborata DHMZ-a (Ref. 99 do 105), oni zasad nisu pronađeni u njihovom arhivu. Riječ je prvenstveno o starijim trasiranjima izvedenim još pedesetih i šezdesetih godina prošlog stoljeća.

Od 7 ocijenjenih trasiranja većina ih je svrstana u kategoriju dobrih (4) ili vrlo dobrih (1). Prihvatljivi su rezultati 2 trasiranja, pri čemu treba napomenuti da kod trasiranja bušotine u vrtači Blaževac (HGI, 1975; Ref. 71) boja nigdje nije detektirana.

**Tablica 8: Popis trasiranja izvedenih na području TPV Zrmanja**

ID_TR	R. br.	LOKACIJA TRASIRANJA	DATUM	IZVOĐAČ	TRASER	Ocjena
144	1	Jelar ponor	24.9.1955	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Nije ocijenjeno
325	2	Tučić ponor	21.9.1959	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Nije ocijenjeno
146	3	Tučić ponor	21.11.1959	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Nije ocijenjeno
145	4	Krčić ponor	1.3.1960	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Nije ocijenjeno
147	5	Ponor Jabukovac	8.4.1960	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Nije ocijenjeno
143	6	Ponor Obsenice - Vrkljani	24.10.1960	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Nije ocijenjeno
148	7	Ponor Jabukovac	17.9.1968	Nepoznat	Uranin	Nije ocijenjeno
93	8	B-1b vrtača Blaževac	28.4.1975	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo*
23	9	Ponor Radusinovac	25.7.1978	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Dobro
84	10	Mokro polje	7.11.1985	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
86	11	Erveničko polje	5.12.1986	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
127	12	Lakića ponor	12.11.1997	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
213	13	Cesta D27	5.2.2015	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
316	14	Glinica	15.10.2020	Hrvatski geološki institut	Uranin	Vrlo dobro

**\* Trasiranje bez rezultata**

Kako je vidljivo glavnina trasiranja izvedena je u ponornim zonama Gračačkog horizonta uz opažanje izvorišta u dolini Zrmanje ili u priobalju. Evidentno je da izostaju trasiranja u rubnim područjima ovog vodnog tijela, odnosno uz njegove granice prema okolnim cjelinama podzemnih voda. To se posebno odnosi na razgraničenje sa slivovima Une (jadransko-crnomska razvodnica) i Krke (složeni hidrogeološki odnosi).

### 6.1.8. Ravni kotari-Bokanjac-Poličnik

TPV Ravni kotari-Bokanjac-Poličnik obuhvaća zaleđe vodoopskrbnih izvorišta Zadra (Bokanjac, Golubinka). Na njegovom području registrirano je 8 trasiranja (tablica 9). Za 4 trasiranja izvedena tijekom vodoistražnih radova koncem šezdesetih godina prošlog stoljeća nije pronađena izvorna dokumentacija (Geotehnika, 1968; Ref. 200), pa nisu ocijenjena. Ovdje navedeni podaci preneseni su iz studije Ravni kotara (Fritz, 1976; Ref. 197). Riječ je o trasiranjima iz istražnih bušotina, a dobiveni rezultati su ocijenjeni prihvatljivim.

Preostala 4 trasiranja novijeg su datuma i dobro su izvedena, a uglavnom su vezana uz postupak mikrozoniranja.

**Tablica 9: Popis trasiranja izvedenih na području TPV Ravni kotari-Bokanjac-Poličnik**

ID_TR	R. br.	LOKACIJA TRASIRANJA	DATUM	IZVOĐAČ	TRASER	Ocjena
289	1	BS-16	8.6.1966	Geotehnika - Zagreb	Uranin	Nije ocijenjeno
288	2	P-8	23.1.1967	Geotehnika - Zagreb	Uranin	Nije ocijenjeno
286	3	P-3	17.3.1968	Geotehnika - Zagreb	Uranin	Nije ocijenjeno
287	4	P-2	6.9.1968	Geotehnika - Zagreb	Uranin	Nije ocijenjeno
333	5	BOK-1	11.1.2006	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
217	6	Biljane Donje	27.3.2007	GEOAQUA d.o.o.	Uranin	Dobro
218	7	BZO-1 Biljane Donje	17.10.2006	GEOAQUA d.o.o.	Uranin	Dobro
234	8	Kamenolom Kosa	15.5.2019	Akvifer d.o.o.	Uranin	Dobro

Granice ovog TPV-a najvećim su dijelom određene temeljem hidrogeološke građe terena, odnosno na osnovi pružanja fliških barijera i dobrim su dijelom prihvatljive. Buduća trasiranja bilo bi dobro

usmjeriti na područje njegove jugoistočne granice, koja se pruža poprijeko na pružanje geoloških struktura i čiji položaj nije jasnije određen (nema trasiranja).

### 6.1.9. Ravni kotari

Na području TPV Ravni kotari registrirano je 8 trasiranja (tablica 10). Najveći dio novijih trasiranja izveden je za potrebe utvrđivanja vodozaštitnih područja crpilišta u zaleđu Vranskog jezera.

Tablica 10: Popis trasiranja izvedenih na području TPV Ravni kotari

ID_TR	R. br.	LOKACIJA TRASIRANJA	DATUM	IZVOĐAČ	TRASER	OCIJENA
285	1	Jasenovac	25.9.1960	Nepoznat	Uranin	Nije ocijenjeno
284	2	Ponor u Perušiću	23.12.1963	Nepoznat	Uranin	Nije ocijenjeno
283	3	Nadinsko blato	7.4.1964	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Nije ocijenjeno
282	4	Ponor Donje Biljane	26.3.1975	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
216	5	Ponor kod Zapuzana	13.10.2005	GEOAQUA d.o.o.	Uranin	Dobro
218	6	BZO-1 Biljane Donje	17.10.2006	GEOAQUA d.o.o.	Uranin	Dobro
3	7	Ponor kod Polače	5.12.2017	Hrvatski geološki institut	Na-naphthionat	Vrlo dobro
4	8	Ponor u Perušiću	5.12.2017	Hrvatski geološki institut	Uranin	Vrlo dobro

Nažalost, za 3 evidentirana trasiranja nije pronađena izvorna dokumentacija, te ih nije bilo moguće ocijeniti. Ovdje navedeni vrlo oskudni podaci preneseni su iz hidrogeološke studije Ravnih kotara (Fritz, 1976; Ref. 197). Riječ je o značajnim trasiranjima iz ponora Nadinskog blata, Perušića i Jasenovca, koja su izvedena još šezdesetih godina prošlog stoljeća. Ovdje se može spomenuti i trasiranje Ponora Biljane Donje (Fritz, 1976; Ref. 197). Premda se lokacija trasiranja grafički nalazi u TPV Ravni kotari, s obzirom na to da je tijekom tog trasiranja traser konstatiran na izvorištu Kakma ali i na crpilištu Golubinka u TPV Ravni kotari-Bokanjac-Poličnik, proizlazi da se ovaj ponor nalazi na samoj razvodnici između navedenih vodnih tijela. Premda je ovo trasiranje ocijenjeno kao prihvatljivo, budući da je izvedeno još 1975. godine i uz analitiku pomoću kvarc lampe, vrijedilo bi ga ponoviti, kao i prethodno spomenuta neocijenjena trasiranja.

Preostala 4 trasiranja su novijeg datuma i dobro su ili vrlo dobro izvedena.

Na području TPV Ravni Kotari primjetan je nedostatak trasiranja u rubnim područjima prema susjednim cjelinama podzemnih voda Zrmanja i Krka.

### 6.1.10. Krka

Na području TPV Krka registrirano je 18 trasiranja (tablica 11). Najveći dio većih trasiranja izveden je u sklopu hidrogeoloških studija razmatranog područja. Pored toga dio trasiranja izveden je u sklopu hidrogeoloških istraživanja za potrebe projektiranja HE Krčić kod Knina, te za potrebe vodozaštite pojedinih vodocrpilišta (mikrozoniranje). Trasiranje Pašića ponora, koji se nalazi na području Bosne i Hercegovine (HGI, 1998; Ref. 218), a tijekom kojeg je dokazana vodna veza s izvorima u gornjem toku Krke, pokazuje da se radi o prekograničnom vodonosniku.

Za sva evidentirana trasiranja pronađena je izvorna dokumentacija, premda je u nekim slučajevima ona vrlo oskudna. Od 18 evidentiranih trasiranja većina ih je svrstana u kategoriju dobrih (13) ili vrlo dobrih (1). Prihvatljivi su rezultati još 3 trasiranja, dok je trasiranje kod Vepreštaka (Estavela, 2007; Ref. 181), zbog mnoštva tehničkih nedostataka i pogrešaka ocijenjeno kao nepouzdan.

U slučaju tri trasiranja, bušotina S-3 na Suhopolju (HGI, 1979; Ref. 215), te bušotine B-2 (EcoINA, 2004; Ref. 27) i Jame na lokaciji Centra za gospodarenje otpadom kod Lečevice (HGI, 2017; Ref. 26), pojava trasera nije registrirana na nijednom mjestu opažanja, premda je riječ o tehnički dobro ili bar prihvatljivo izvedenim testovima.

S obzirom na vrlo složene hidrogeološke uvjete u rubnim područjima, evidentna je potreba izvođenja daljnjih regionalnih trasiranja duž njegovih granica prema TPV Zrmanja na istoku i TPV Cetina na zapadu.

Trasiranje kod Mokrog polja (HGI, 1975; Ref. 65), prema lokaciji mjesta trasiranja (praktički samo korito Zrmanje) svrstano je u TPV Zrmanja, premda je podzemna vodna veza utvrđena samo sa zahvaćenim izvorištem Miljacka na Krki. To potvrđuje složenost hidrogeoloških odnosa u zoni ponirućeg, odnosno visećeg karaktera samog toka Zrmanje. U preostalim dijelovima ovog razvođa nije izvedeno niti jedno trasiranje.

Na zapadnoj strani prema TPV Cetina situacija je također složena. Premda je duž te granice izveden veći broj trasiranja, položaj razvodnice i dalje nije dovoljno dobro definiran. Ovdje treba napomenuti da je temeljem jedinog uspješno izvedenog trasiranja s područja CGO Lečevica (HGI, 2006; Ref. 24) utvrđena vodna veza s izvorom Jadra, pa bi to područje trebalo priključiti TPV Cetina, kako je to učinjeno i pri novelaciji zaštitnih zona ovog izvorišta (GEO-CAD, 2010).

*Tablica 11: Popis trasiranja izvedenih na području TPV Krka*

ID_TR	R. br.	LOKACIJA TRASIRANJA	DATUM	IZVOĐAČ	TRASER	Ocjena
271	1	Galerija-Zaton	25.4.1964	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Prihvatljivo
322	2	S-3	5.12.1979	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro*
317	3	Jejinska špilja	5.11.1982	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
321	4	Šegitovića mlin	6.11.1983	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
320	5	KK-8	30.3.1984	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
318	6	LG-1	18.11.1987	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
319	7	LG-2	29.12.1987	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
228	8	Ponor kod Žitnića	3.10.1989	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
229	9	Čulina Mlinica	24.10.1990	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
329	10	Pašića ponor	25.11.1998	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
330	11	Popovića ograda	26.4.2002	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
34	12	B-2 Lečevica	16.8.2004	EcoINA	Uranin	Prihvatljivo*
32	13	Jama kod Lečevice	16.5.2006	Hrvatski geološki institut	Uranin	Vrlo dobro
251	14	Vepršćak	5.9.2007	Estavela d.o.o.	Uranin	Nepouzdan
221	15	Ponor Drvenjak	3.4.2009	Geotehnički fakultet Varaždin	Uranin	Dobro
241	16	CK-1 Čikola	11.8.2011	Geotehnički fakultet Varaždin	Uranin	Dobro
238	17	Jama Gojasovica	13.4.2012	Geotehnički fakultet Varaždin	Uranin	Dobro
33	18	Jama kod Lečevice	10.3.2017	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro*

\* *Trasiranje bez rezultata*

### 6.1.11. Cetina

Na području TPV Cetina registrirano je 37 trasiranja (tablica 12). Najveći dio trasiranja izveden je u sklopu hidrogeoloških istraživanja za potrebe projektiranja i izgradnje akumulacija i hidroenergetskih objekata na rijeci Cetini. Dio trasiranja vezan je uz zaštitu zahvaćenih izvorišta javne vodoopskrbe, prvenstveno Jadra i Žrnovnice. U novije vrijeme trasiranja su prvenstveno vezana uz postupak mikrozoniranja unutar postojećih vodozaštitnih područja. Čak 12 trasiranja izvedeno je iz ponora smještenih na području Bosne i Hercegovine (područje Livna i Buškog blata), što nedvojbeno potvrđuje izrazito prekogranični karakter razmatranog vodonosnika.

Premda je na području ovog TPV-a izveden respektabilan broj trasiranja, detaljnijom analizom može se konstatirati da se on u velikoj mjeri temelji na trasiranjima izvedenim prije 60 i više godina (neka datiraju iz 1949. godine), čija je pouzdanost najčešće vrlo upitna. Od navedenog broja, 21 trasiranje (57 %) izvedeno je prije 1965. godine, odnosno starija su od 55 godina, te su nedvojbeno analitički upitna.

Za 10 starijih trasiranja nije pronađena izvorna dokumentacija, pa ih nije bilo moguće ocijeniti. Ovdje prikazani oskudni podaci preneseni iz drugih izvora sugeriraju da se bar jednim dijelom radi o nepouzdanim rezultatima.

Od 27 trasiranja za koje je prikupljena izvorna dokumentacija čak 6 ih je ocijenjeno lošima i 5 nepouzdanima. Prihvatljivi su rezultati 6 trasiranja, 9 trasiranja ocijenjeno je dobro, a samo jedno vrlo dobro izvedenima. Zanimljivo je i da dio najnovijih istraživanja nije potpuno pouzdan, odnosno svrstana su u kategorije nepouzdanih ili u boljem slučaju prihvatljivih.

Kod loše ili upitno izvedenih starih trasiranja, a to su najvećim dijelom trasiranja izvedena za potrebe izgradnje akumulacije Peruča, kako u neposrednom zaleđu lijeve obale tako i s područja BiH, dobar dio utvrđenih vodnih veza hidrogeološki je moguć no obično su upitne utvrđene prividne brzine. To je prvenstveno posljedica ograničenih analitičkih mogućnosti, ali i činjenice da je u to vrijeme Državni hidrometeorološki zavod bio jedini izvođač trasiranja, te da jednostavno s ograničenim brojem ljudi nije bio u mogućnosti adekvatno pokriti sva istraživanja (istovremeno su bili angažirani i na drugim područjima).

Tablica 12: Popis trasiranja izvedenih na području TPV Cetina

ID TR	R. br.	LOKACIJA TRASIRANJA	DATUM	IZVOĐAČ	TRASER	OCIJENA
272	1	Proždrikoza	24.1.1949	Hidroelektroprojekt - Zagreb	Uranin	Nije ocijenjeno
273	2	Veliki ponor	13.7.1949	Hidroelektroprojekt - Zagreb	Uranin	Nije ocijenjeno
274	3	Kazanci	7.12.1949	Hidroelektroprojekt - Zagreb	Eozin	Nije ocijenjeno*
260	4	Ponor Čaprazlije	11.11.1957	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Prihvatljivo
263	5	Pavluša	10.4.1958	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Loše
264	6	Vukovića ponikva	13.4.1958	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Loše
265	7	Vukovića ponikva	16.4.1958	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Loše
270	8	Ponor Čaprazlije	21.4.1958	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Nepouzđano
267	9	Jama Golubinka	29.4.1958	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Loše
269	10	Marelina jama	15.9.1958	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Nepouzđano
268	11	Jama Golubinka	2.10.1958	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Loše
275	12	Veliki ponor	26.2.1959	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Nije ocijenjeno
266	13	Opaki ponor	8.6.1959	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Prihvatljivo
276	14	Rimac	15.7.1959	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Nije ocijenjeno
277	15	Proždrikoza	20.11.1959	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Nije ocijenjeno
261	16	Stara mlinica	19.5.1960	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Dobro
262	17	Sinjski ponor	11.11.1960	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Nepouzđano
279	18	Gubavica	7.9.1961	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Nije ocijenjeno
278	19	Ponor Kovači	26.10.1961	DHMZ - Sarajevo	Uranin	Nije ocijenjeno
280	20	Grabov mlin	11.9.1963	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Nije ocijenjeno
281	21	Donji Dolac	3.12.1964	Nepoznat	Uranin	Nije ocijenjeno
311	22	Ponor kod Jablana	14.1.1978	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
326	23	Ponikva	28.3.1992	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
246	24	KK-2	19.11.1997	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
245	25	B-4 Kite	27.7.1999	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
247	26	DRG-1	25.5.2002	Rudar d.d.	Uranin	Dobro
230	27	Colića ponor	6.2.2004	Akvaprojekt d.o.o.	Uranin	Vrlo dobro
237	28	TGR-3	20.3.2007	Geo-Rudus d.o.o.	Litijski klorid	Dobro
244	29	MB-1 Mojanka	7.5.2007	Geo Info d.o.o.	Uranin	Dobro
220	30	Ponor u Postinju	8.2.2008	Geotehnički fakultet Varaždin	Uranin	Dobro
315	31	Jama Male Marije	27.3.2008	GEOAQUA d.o.o.	Uranin	Dobro
239	32	Jama u Cisti Velikoj	23.1.2009	Estavela d.o.o.	Uranin	Loše
240	33	Dolac Donji	20.6.2011	Estavela d.o.o.	Uranin	Prihvatljivo
235	34	B-1 LDC Dugopolje	12.3.2012	Estavela-Bušenje d.o.o.	Litijski klorid	Nepouzđano
219	35	Kamenolom Privija	22.4.2013	GEO-5 d.o.o.	Uranin	Prihvatljivo*
243	36	Priorice	13.12.2016	GEOAQUA d.o.o.	Uranin	Prihvatljivo
233	37	Križice jama	26.11.2018	Akvifer d.o.o.	Eozin	Nepouzđano

\* *Trasiranje bez rezultata*

Promatrano iz današnje perspektive i s obzirom na izmijenjenu situaciju na terenu (druga država, izgrađena akumulacija Buško blato, i hidroenergetski sustav na Cetini) realno nije za očekivati ponovno izvođenje trasiranja u gornjem dijelu sliva Cetine.

Kod izvedbe novih trasiranja, a ona se očekuju prvenstveno u sklopu postupaka mikrozoniranja, veću pozornost treba posvetiti stručnosti izvođača, kako u domeni tehničke izvedbe samih testova tako i opremljenosti i iskustvu u analitici, odnosno pri detekciji trasera.

### 6.1.12. Neretva (Sjever)

TPV Neretva (Sjever) obuhvaća područje od istočne granice TPV Cetina do ušća Neretve, odnosno do državne granice sa BiH kod Neuma. Na području TPV Neretva (Sjever) registrirana su 24 trasiranja (tablica 13), od čega je 8 trasiranja izvedena iz ponora na području BiH, što potvrđuje prekogranični karakter ovog vodnog tijela. Najveći dio trasiranja izveden je u sklopu hidrogeoloških istraživanja i zaštite izvorišta javne vodoopskrbe u južnom dijelu TPV-a, odnosno na području od Vrgorca do ušća Neretve. U novije vrijeme trasiranja su prvenstveno vezana uz postupak mikrozoniranja unutar postojećih vodozaštitnih područja.

Od navedenog broja trasiranja izvorna dokumentacija nije pronađena za njih 7. Od toga 5 trasiranja izvedenih u završnom (zapadnom) dijelu ponorne zone Trebišnjice u BiH vezana su uz istraživanja izvedena za potrebe projektiranja i izgradnje hidroenergetskih objekata u slivovima Neretve i Trebišnjice (Hidroelektrane na Trebišnjici), a ovdje su unesena temeljem podataka prikupljenih posredstvom Hrvatskih voda. Korišteni podaci su u obliku formulara te ne sadrže dovoljno informacija potrebnih za ocjenu trasiranja.

Tablica 13: Popis trasiranja izvedenih na području TPV Neretva (Sjever)

ID_TR	R. br.	LOKACIJA TRASIRANJA	DATUM	IZVOĐAČ	TRASER	OCIJENA
252	1	Staševica	27.8.1954	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Dobro
253	2	Galića jama	6.9.1954	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Dobro
254	3	Brezdan	13.9.1954	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Dobro
255	4	Kur Kamen	25.9.1954	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Dobro
256	5	Šajnovac ponor	2.10.1954	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Dobro
257	6	Škorin ponor	29.6.1955	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Dobro*
258	7	Galića jama	10.7.1957	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Dobro
259	8	Sestrinice	21.8.1957	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Dobro
362	9	Staševica	19.8.1959	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Nije ocijenjeno
363	10	Ponorna zona Crni Vir	31.8.1959	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Nije ocijenjeno
295	11	Ponikva	20.2.1962	Hidroelektrane na Trebišnjici	Uranin	Nije ocijenjeno
296	12	Ponikva	16.12.1969	Hidroelektrane na Trebišnjici	Uranin	Nije ocijenjeno
297	13	Lisac	9.1.1970	Hidroelektrane na Trebišnjici	Uranin	Nije ocijenjeno
298	14	Žira	7.4.1970	Hidroelektrane na Trebišnjici	Uranin	Nije ocijenjeno
294	15	Kaluderov ponor	27.4.1970	Hidroelektrane na Trebišnjici	Uranin	Nije ocijenjeno
312	16	Velika Banja	12.9.1978	Hrvatski geološki institut	Uranin	Loše
361	17	Ponor pod Spilom	9.11.1995	Hrvatski geološki institut	Uranin	Nepouzdana
232	18	Ponor u Ljubuškom	11.7.2001	Hrvatski geološki institut	Uranin	Vrlo dobro
364	19	Ponor pod Obličevcem	17.8.2005	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
242	20	TGR-1	8.2.2007	Geo-Rudus d.o.o.	Uranin	Nepouzdana
250	21	TGR-2	1.3.2007	Geo-Rudus d.o.o.	Uranin	Nepouzdana
1	22	Ponor uz Maticu	30.9.2014	Hrvatski geološki institut	Uranin	Vrlo dobro
2	23	Ponor u boku Matice	2.10.2014	Hrvatski geološki institut	Na-naphthionat	Vrlo dobro
227	24	Lovornik	5.4.2016	GEOAQUA d.o.o.	Uranin	Dobro

\* *Trasiranje bez rezultata*

Predma su trasiranja na širem području Vrgorca izvedena od strane Državnog hidrometeorološkog zavoda RH izvedena još u razdoblju od 1954. do 1959. godine, obrađena izvorna dokumentacija pokazuje da je uglavnom riječ o dobro izvedenim trasiranjima. Iako zbog ograničenosti analitike koncentracije trasera dobivene prividne brzine vjerojatno nisu potpuno točne, rezultati trasiranja su najvećim dijelom prihvatljivi. U tehnički dobro izvedena trasiranja ubraja se i trasiranje Škorinog ponora uz korito Matice kod Runovića (DHMZ, 1955; Ref. 182), kod kojeg traser nije registriran niti na jednom od opažanih izvora.

Od 17 trasiranja za koje je prikupljena izvorna dokumentacija čak 10 ih je ocijenjeno dobrima i 3 vrlo dobrima. Tri trasiranja ocijenjena su kao nepouzdana, a jedno je loše izvedeno.

Kako je već spomenuto glavnina dosadašnjih trasiranja izvedena je u jugoistočnom dijelu ovog TPV-a (Vrgorac, Neretva). Tijekom trasiranja iz Sinjskog ponora na Buškom blatu i estavele Rimac, koja su uglavnom pokazala vezu s izvorima u dolini Cetine (prikazana u tablici 12), navodno su utvrđene



vodne veze i s Prološkim blatom i izvorom Opačac kod Imotskog. S obzirom da je riječ o nepouzdanom (Sinjski ponor) i neocijenjenom (Rimac) trasiranju, ove veze treba smatrati nepouzdanima.

Trasiranja izvedena u završnom zapadnom dijelu Popovog polja (Kaluderov ponor, Ponikva, Lisac, Žira) pokazala su da se vode Trebišnjice koje povremeno poniru na tom području, uglavnom dreniraju prema izvorima na lijevoj strani doline Neretve.

### 6.1.13. Neretva (Jug)

TPV Neretva (Jug) zauzima krajnji jug RH, od granice s BiH kod Neuma do Prevlake, te poluotok Pelješac. S obzirom na malu širinu priobalnog pojasa, glavnina podzemnih voda potječe iz područja BiH, te ovo TPV-a ima izrazito prekogranični karakter. Slijedom navedenog i većina ovdje obrađenih trasiranja (17) izvedena je iz ponora smještenih na višim horizontima sliva, odnosno na teritoriju BiH. Trasiranja su izvedena u razdoblju od 1954. do 1973. godine, a rađena su za potrebe projektiranja i izgradnje hidroenergetskih objekata u slivovima Trebišnjice, Neretve i Omble. Izvodili su ih djelatnici današnjeg poduzeća Hidroelektrane na Trebišnjici. Glavnina prikazanih podataka prikupljena je posredstvom Hrvatskih voda. Kako nam na raspolaganju nisu bili izvorni elaborati (pitanje je postoje li uopće), ova trasiranja nisu ocjenjivana.

Tablica 14: Popis trasiranja izvedenih na području TPV Neretva (Jug)

ID_TR	R. br.	LOKACIJA TRASIRANJA	DATUM	IZVOĐAČ	TRASER	Ocjena
304	1	Pridvorci	29.7.1956	Hidroelektrane na Trebišnjici	Uranin	Nije ocijenjeno
292	2	Geljov most	16.8.1956	Hidroelektrane na Trebišnjici	Uranin	Nije ocijenjeno
307	3	Trnje	25.2.1957	Hidroelektrane na Trebišnjici	Uranin	Nije ocijenjeno
299	4	Provalija	20.6.1958	Hidroelektrane na Trebišnjici	Uranin	Nije ocijenjeno
302	5	Sedlari mlinica	25.2.1959	Hidroelektrane na Trebišnjici	Uranin	Nije ocijenjeno
337	6	Gradina	22.9.1959	Hidroelektrane na Trebišnjici	Uranin	Nije ocijenjeno
305	7	Pridvorci	28.3.1960	Hidroelektrane na Trebišnjici	Uranin	Nije ocijenjeno
335	8	Gorica	26.8.1961	Hidroelektrane na Trebišnjici	Uranin	Nije ocijenjeno
300	9	Provalija	23.3.1962	Hidroelektrane na Trebišnjici	Uranin	Nije ocijenjeno
336	10	Gorica	25.7.1964	Hidroelektrane na Trebišnjici	Uranin	Nije ocijenjeno
290	11	Bender mlinica	22.4.1969	Hidroelektrane na Trebišnjici	Uranin	Nije ocijenjeno
291	12	Bravenik	3.12.1971	Hidroelektrane na Trebišnjici	Uranin	Nije ocijenjeno
306	13	Trap	2.2.1972	Hidroelektrane na Trebišnjici	Uranin	Nije ocijenjeno
303	14	Kočela	28.2.1972	Hidroelektrane na Trebišnjici	Uranin	Nije ocijenjeno
293	15	Međine	2.12.1972	Hidroelektrane na Trebišnjici	Uranin	Nije ocijenjeno
308	16	Slivnica	3.12.1972	Hidroelektrane na Trebišnjici	Uranin	Nije ocijenjeno
301	17	Vratlo	1.2.1973	Hidroelektrane na Trebišnjici	Uranin	Nije ocijenjeno
313	18	Pz-39	4.10.1990	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
314	19	Glava od vode	22.2.1991	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
309	20	O-21	18.10.1994	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
310	21	O-19	11.10.1995	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
236	22	Jama Trnovac	21.2.2007	GEOAQUA d.o.o.	Uranin	Dobro
224	23	Grabovica 1	18.3.2008	GEOAQUA d.o.o.	Uranin	Dobro
231	24	Ponor Trnovica	3.12.2008	Geo-Cad d.o.o.	Uranin	Nepouzđano
226	25	Lučino Razdolje	6.3.2013	GEOAQUA d.o.o.	Uranin	Dobro*
225	26	Grabovica 2	3.11.2016	GEOAQUA d.o.o.	Uranin	Dobro

\* *Trasiranje bez rezultata*

Od ukupno 26 registriranih trasiranja (Tablica 14), svega njih 9 potpuno je izvedeno na teritoriju RH. Od toga ih je 6 dobro izvedeno, uključujući i trasiranje iz područja CGO Lučino Razdolje (Geoqua, 2013; Ref. 151), kojim, nažalost, vodna veza nije utvrđena. Dva trasiranja ocijenjena su kao prihvatljiva (Glava od vode i Pz-39 na području Stona na Pelješcu (HGI, 1991; Ref. 206)), dok je trasiranje ponora Trnovica (GEO-CAD, 2008; Ref. 162) ocijenjeno kao nepouzđano.

## 6.1.14. Jadranski otoci

Iz razumljivih razloga na području TPV Jadranski otoci izveden je svega 11 trasiranja (Tablica 15), od čega u dva slučaja nije bilo rezultata. Uglavnom je riječ o manjim (lokalnim) trasiranjima. Po jedno trasiranje izvedeno je na Cresu, Braču i Korčuli, po dva trasiranja izvedena su na Pagu i Krku, dok su na Hvaru izvedena 4 trasiranja.

Za trasiranje na Braču (Kaptaža K-1) nije pronađena izvorna dokumentacija pa je ono ostalo ne ocijenjeno. Od preostalih 10 trasiranja 9 ih je ocijenjeno prihvatljivim, uključujući i ona bez rezultata (Strašna draga na Cresu i Kamenolom Garica na Krku), a dobrim je ocijenjeno trasiranje iz Krtinje Male na Korčuli.

Tablica 15: Popis trasiranja izvedenih na području TPV Jadranski otoci

ID_TR	R. br.	LOKACIJA TRASIRANJA	DATUM	IZVOĐAČ	TRASER	OCJENA	Otok
222	1	Kaptaža K-1	18.6.1959	Nepoznat	Uranin	Nije ocijenjeno	Brač
324	2	F-6 Vratnik	9.4.1981	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo	Hvar
323	3	F-3 Palanda	10.4.1981	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo	Hvar
191	4	Strašna draga	7.6.1991	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo*	Cres
331	5	JV-1	23.8.1994	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo	Hvar
332	6	JV-2	24.9.1994	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo	Hvar
248	7	P-1	23.11.2003	GEO-5 d.o.o.	Uranin	Prihvatljivo	Pag
249	8	Jama	7.9.2006	GEO-5 d.o.o.	Uranin	Prihvatljivo	Pag
45	9	B-1/04 Kamenolom Garica	20.4.2008	Calx d.o.o.	Uranin	Prihvatljivo*	Krk
50	10	Batomalj-Krk	25.4.2013	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo	Krk
223	11	Krtinja Mala	21.3.2016	Ekoturs d.o.o.	Uranin	Dobro	Korčula

\* *Trasiranje bez rezultata*

## 6.2. Vodno područje rijeke Dunav

### 6.2.1. Kupa (Gornja)

Na području TPV Kupa (Gornja) evidentirano je 14 trasiranja (Tablica 16). Unatoč relativno značajnom broju provedenih testova ovo je područje vrlo slabo istraženo. Među evidentiranim trasiranjima za njih 7 (50 %) nisu prikupljeni izvorni podaci (nisu ocijenjena), a za 4 se ne zna ni tko ih je izveo niti kada su izvedena. U takvoj situaciji pouzdanost ovdje prikazanih podataka je upitna. Nadalje, od 7 preostalih trasiranja samo se po jedno mogu smatrati dobrim i vrlo dobrim. Preostalih 5 trasiranja su loša (3) ili nepouzdana (2). Pri tome je recimo trasiranje kromom 51 iz ponora kod Ravne Gore (Inaprojekt, 1976; Ref 116) primjer loše izvedenog testa. Proizlazi da su na cijelom području ovog TPV-a pouzdani rezultati samo dva trasiranja.

Budući da se na tom području nalazi izvor rijeke Kupe i čitav niz izvora zahvaćenih za javnu vodoopskrbu, navedeno stanje nikako ne zadovoljava. Isto tako činjenica je da ni duž razvodnice jadranskog i crnomorskog sliva, koja čini jugozapadnu granicu ovog TPV (od Snežnika u Sloveniji do Velike Kapele), do sada nije izvedeno niti jedno trasiranje.

Tablica 16: Popis trasiranja izvedenih na području TPV Kupa (Gornja)

ID_TR	R. br.	LOKACIJA TRASIRANJA	DATUM	IZVOĐAČ	TRASER	Ocjena
136	1	Ponor u Malom Lugu	13.4.1956	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Nije ocijenjeno
137	2	Ponor u Prezidu	11.5.1965	Hidrometeorološki zavod SR Slovenije	Uranin	Nije ocijenjeno
161	3	Lokve	17.4.1976	Inaprojekt	Krom 51	Nepouzdana
160	4	Kupjak	20.5.1976	Hrvatski geološki institut	Uranin	Nepouzdana
162	5	Ravna Gora	20.5.1976	Inaprojekt	Krom 51	Loše
178	6	Ponor u Delnicama	13.11.1976	RGN fakultet	Uranin	Loše
167	7	Jama kod Tajčara	2.11.1991	INA-Geološki konzalting	Uranin	Loše
193	8	Delnički potok	21.2.2001	Hrvatski geološki institut	Uranin	Nije ocijenjeno
166	9	Parg	6.6.2012	GEO-INFO d.o.o.	Uranin	Dobro
47	10	Sovič Laz	4.4.2016	GEO-INFO d.o.o., GEO-RUDUS d.o.o.	Uranin	Vrlo dobro
163	11	Tršće		Nepoznat	Uranin	Nije ocijenjeno
168	12	Ponikve-Međari		Nepoznat (IGH ?)	Nepoznat	Nije ocijenjeno
169	13	Osojnik		Nepoznat (IGH ?)	Nepoznat	Nije ocijenjeno
170	14	Ponor Bele Vode		Nepoznat	Nepoznat	Nije ocijenjeno

### 6.2.2. Dobra

Na području TPV Kupa (Gornja) evidentirano je 6 trasiranja (Tablica 17). S obzirom na veličini područja ovako mali broj trasiranja zasigurno nije dovoljan za tumačenje složenih hidrogeoloških odnosa i točnije definiranje položaja razvodnica prema okolnim slivovima, no pozitivna je činjenica da su sva evidentirana trasiranja dobro (4) ili bar prihvatljivo (2) izvedena.

Tablica 17: Popis trasiranja izvedenih na području TPV Dobra

ID_TR	R. br.	LOKACIJA TRASIRANJA	DATUM	IZVOĐAČ	TRASER	Ocjena
98	1	Đulin ponor	21.4.1948	Inženjerski projektni zavod	Uranin	Dobro
103	2	Bosiljevski potok (Petrovac)	26.5.1948	Inženjerski projektni zavod	Uranin	Dobro
215	3	Ponor Luke	22.10.1986	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
60	4	Stara Sušica	8.7.1993	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
214	5	Galge	16.11.1994	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
158	6	Ponori kod Jablana	5.11.2003	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo

Na rješavanje položaja razvodnice prema slivu Mrežnice svakako pomažu i trasiranja Ponora na Jaseničkom polju (HGI, 1986; Ref. 3) i zanimljiva trasiranja iz korita Zagorske Mrežnice (IPZ, 1948; Ref. 75), koja su zbog grafičkog položaja trasiranih lokacija ovdje svrstana u pregled sliva Mrežnice, premda dio utvrđenih veza ide i prema izvorima u slivu Dobre.

### 6.2.3. Mrežnica

Na području TPV Mrežnica evidentirano je 20 trasiranja (Tablica 18). Glavnina evidentiranih trasiranja izvedena je za potrebe iskorištavanja hidroenergetskih potencijala u slivu, projektiranja akumulacije Sabljaci i retencije na Drežničkom polju, te u sklopu zaštite vodoopskrbnih izvora, prvenstveno Zagorske Mrežnice.

Za većinu evidentiranih trasiranja pronađena je izvorna dokumentacija, koja je u znatnom broju slučajeva vrlo oskudna. Izvorna dokumentacija nije pronađena za prvo trasiranje ponora na Jasenačkom polju (DHMZ, 1954; Ref 94, 97) i Čupić ponora kod Krakara (DHMZ, 1954; Ref 94, 95). Tijekom izvedbe trasiranja ponora Blata (Begovac) (IPZ, 1948; Ref. 75), ponora kod Fumića (HGI, 2002; Ref. 49) i Bosnića ponora (HGI, 2013; Ref. 74) traser nije utvrđen niti na jednoj opažanoj lokaciji.

Od 18 ocijenjenih trasiranja većina ih je svrstana u kategoriju dobrih (7) ili vrlo dobrih (1). Prihvatljivi su rezultati još 6 trasiranja, dok su tri ocijenjena kao nepouzdana. Lošim je ocijenjeno već spomenuto trasiranje ponora Blata koje nije dalo rezultata.

Tablica 18: Popis trasiranja izvedenih na području TPV Mrežnica

ID_TR	R. br.	LOKACIJA TRASIRANJA	DATUM	IZVOĐAČ	TRASER	Ocjena
99	1	Zagorska Mrežnica	12.5.1948	Inženjerski projektni zavod	Uranin	Dobro
102	2	Ponori Blata (Begovac)	27.5.1948	Inženjerski projektni zavod	Uranin	Loše*
100	3	Zagorska Mrežnica-Brana	26.6.1948	Inženjerski projektni zavod	Uranin	Dobro
138	4	Ponor jasenačko polje	13.10.1954	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Nije ocijenjeno
139	5	Čupić ponor kod Krakara	14.10.1954	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Nije ocijenjeno
108	6	Ponor Kolovoz	13.5.1972	Hrvatski geološki institut	Uranin	Nepouzđano
106	7	Ponor kod Smolčića mlina	9.6.1972	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
107	8	Ponor jasenačko polje	10.6.1972	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
109	9	Crnačko polje	20.6.1972	Hrvatski geološki institut	Uranin	Nepouzđano
104	10	Ponor Potočak	12.8.1980	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
105	11	Ponor Pećina (Sušik ponor)	16.9.1980	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
85	12	Zrnića ponor	16.4.1981	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
94	13	Crnačko polje	12.4.1985	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
95	14	Pražića jaruga	13.5.1985	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
7	15	Ponor Jasenačko polje	27.11.1986	Hrvatski geološki institut	Uranin	Vrlo dobro
96	16	Stajničko polje	22.4.1988	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
51	17	Jaruga-Jezerane	8.12.2000	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
52	18	Jaruga-Jezerane	3.10.2002	Speleološki klub Željezničar - Zagreb	Uranin	Dobro
56	19	Ponor kod Fumića	10.10.2002	Hrvatski geološki institut	Uranin	Nepouzđano*
97	20	Bosnića ponor	21.11.2013	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo*

\* *Trasiranje bez rezultata*

Na jugozapadnoj strani, odnosno na području masiva Velike Kapele, ovo TPV odvojeno je jadransko-crnomoorskom razvodnicom od TPV Lika-Gacka. Kako je vidljivo u tom području, osim neuspjelog trasiranja ponora kod Fumića, nije izvedeno niti jedno trasiranje podzemnih voda.

### 6.2.4. Korana

Na području TPV Korana evidentirano je 16 trasiranja (Tablica 19). Glavnina evidentiranih trasiranja (9) izvedena je po obodu NP Plitvičkih jezera, odnosno u zaleđu izvorišta Crne rijeke, Bijele rijeke i Plitvice. Ova trasiranja izveo je Građevinski fakultet iz Zagreba, a izvorna dokumentacija uglavnom nije dostupna, te većina tih trasiranja nije ocijenjena (5). S obzirom na prikupljene podatke iz drugih izvora, kao i utvrđene vodne veze, može se pretpostaviti da su njihovi rezultati najvećim dijelom prihvatljivi. Neocijenjeno je ostalo i trasiranje Ponorca Perjasičkog za koje se jedino navodi da je utvrđena veza s izvorom Gornji Vrutak u dolini Korane.

Od 10 ocijenjenih, jedino su 2 trasiranja svrstana u kategoriju dobrih, dok je preostalih 8 ocijenjeno kao prihvatljiva, dakle postoje određene zamjerke ili nedostaci.

Tablica 19: Popis trasiranja izvedenih na području TPV Korana

ID_TR	R. br.	LOKACIJA TRASIRANJA	DATUM	IZVOĐAČ	TRASER	Ocjena
101	1	Lička Jesenica	7.6.1948	Inženjerski projektni zavod	Uranin	Dobro
345	2	Ponor Belca	19.5.1977	Građevinski fakultet - Zagreb	Uranin	Nije ocijenjeno
346	3	Ponor Pelarnica	14.9.1977	Građevinski fakultet - Zagreb	Uranin	Nije ocijenjeno
347	4	Ponor Kuselja	22.9.1978	Građevinski fakultet - Zagreb	Uranin	Nije ocijenjeno
341	5	Ponor Jadove	17.11.1979	Građevinski fakultet - Zagreb	Uranin	Prihvatljivo
342	6	Ponor Pećine	21.3.1980	Građevinski fakultet - Zagreb	Uranin	Prihvatljivo
348	7	Ponor kod Vrtlova	28.3.1981	Građevinski fakultet - Zagreb	Uranin	Nije ocijenjeno
343	8	Uzelački zavoj	7.5.1982	Građevinski fakultet - Zagreb	Uranin	Prihvatljivo
344	9	Crno jezero	15.5.1984	Građevinski fakultet - Zagreb	Uranin	Prihvatljivo
352	10	Ponor Grabovca	2.4.1985	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
354	11	Ponor kod Vujčića	5.4.1985	Hrvatski geološki institut	Uranin	Dobro
349	12	Ponor kod Bunara	15.5.1985	Građevinski fakultet - Zagreb	Uranin	Nije ocijenjeno
355	13	Durlić ponor	31.5.1985	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
57	14	Ponor Švica	24.3.2003	Hrvatski geološki institut	Uranin	Prihvatljivo
210	15	PB-1 Drežnik Grad	25.9.2007	Geotehnički fakultet Varaždin	Uranin	Prihvatljivo
353	16	Ponor Perjasički		Vodoprivreda Karlovac	Uranin	Nije ocijenjeno

### 6.2.5. Una (Gornja)

Na području TPV Una (Gornja) evidentirano je 12 trasiranja (Tablica 20). Glavnina trasiranja izvedena je tijekom hidrogeoloških istraživanja pojedinih dijelova sliva, a najčešće vezano za vodozaštitu zahvaćenih izvorišta javne vodoopskrbe.

TPV Una (Gornja) na području RH obuhvaća veliko područje od samog izvorišnog dijela Une do rijeke Korane kod Drežnik Grada. S obzirom na činjenicu da se podzemne vode s područja RH dreniraju prema značajnim izvorima Javne vodoopskrbe u dolini Une na teritoriju BiH (Ostrovica, Toplica, Privilica, Žegar, Klokot), ovo TPV ima tipičan prekogranični karakter.

TPV Una (Gornja) na jugozapadnoj strani graniči s TPV Zrmanja i TPV Lika-Gacka, odnosno obrubljeno je jadransko-crnomorskom razvodnicom. Evidentno je da u zoni razvodnice nije izvedeno niti jedno trasiranje podzemnih voda, premda mogućnosti za to postoje. Potpuno je otvoreno pitanje razvodnice između sliva velikih krških izvora Une i Zrmanje. Razlog tome vjerojatno je činjenica što ti izvori nisu zahvaćeni za javnu vodoopskrbu, te je njihovo istraživanje prvenstveno studijske naravi.

I situacija unutar samog TPV daleko je od prihvatljivog stupnja istraženosti. Naime, od 12 ovdje evidentiranih trasiranja samo je jedno dobro izvedeno, a rezultati još 2 trasiranja su prihvatljivi. Tri trasiranja nije bilo moguće ocijeniti budući izvorna dokumentacija nije bila dostupna. Riječ je o značajnim trasiranjima ponora kod Korenice i ponora Jaruge (Vidrovac) na Krbavskom polju, koja je izveo Državni hidrometeorološki zavod BiH (1968. i 1969. godine), te trasiranje ponora kod Mazina za koje nam je i izvođač ostao nepoznat. Primijećeno je da se za prva dva trasiranja u literaturi prenose različiti podaci. Zbog navodno utvrđenih vodnih veza sa vrlo značajnim vodoopskrbnim izvorom Klokot kod Bihaća, ova bi trasiranja trebalo ponoviti.

Od preostalih 9 trasiranja, pored već spomenutog jednog dobrog trasiranja (Ponor u Lapačkom polju: DHMZ, 1972; Ref. 16), 4 trasiranja ocijenjena su lošima, 2 su nepouzdana i 2 prihvatljiva. Evidentno je da istraživanja ovog TPV tek predstoje.

Tablica 20: Popis trasiranja izvedenih na području TPV Una (Gornja)

ID_TR	R. br.	LOKACIJA TRASIRANJA	DATUM	IZVOĐAČ	TRASER	Ocjena
142	1	Ponor kod Korenice	23.5.1968	RDHMZ BiH	Uranin	Nije ocijenjeno
141	2	Ponor Jaruge - Vidrovac	25.6.1969	RDHMZ BiH	Uranin	Nije ocijenjeno
22	3	Ponor na Lapačkom polju (Bare)	21.3.1972	Državni hidrometeorološki zavod	Uranin	Dobro
149	4	Ponor u Mazinu	26.3.1973	Nepoznat	Uranin	Nije ocijenjeno
211	5	Prijeboj	16.9.1982	Industroprojekt-Zagreb	Uranin	Loše
5	6	Ponor u Dnopolju	3.7.1984	INA-Projekt	Uranin	Loše
350	7	Prijeboj	7.11.1986	PM fakultet- Zagreb	Uranin	Prihvatljivo
212	8	Željava	2.7.1987	Industroprojekt_Zagreb	Uranin	Loše
6	9	Ponor u Dobroselu	29.11.2001	Geološki konzalting d.o.o.	Uranin	Nepouzdana
209	10	Rastovača	21.4.2005	Geotehnički fakultet Varaždin	Uranin	Prihvatljivo
154	11	Jama kod Vijenca	20.11.2008	Geo-Cad d.o.o.	Uranin	Loše
334	12	Brezovac Dobroselski		Nepoznat	Uranin	Nepouzdana

### 6.2.6. Žumberak – Samoborsko gorje

Premda je na području TPV Žumberak – Samoborsko gorje evidentirano 14 trasiranja (Tablica 21), 10 ih je izvedeno u na vrlo uskom području u zaleđu izvora Obrv i Jaža, a rađena su tijekom izrade disertacije (Frangen, 2013; Ref. 167) i riječ je o vrlo dobro izvedenim testovima.

Za jedno trasiranje (Pogana jama) postoji samo informacija da je rađeno te da je utvrđena veza s izvorom Studena u Sloveniji. Preostala 3 trasiranja: Priseljski potok, Potok Sušica i Ponikva izveli su kolege iz Slovenije, a rađena su za potrebe zaštite vodozahvata u Metliki. Rezultati ovih trasiranja potvrđuju prekogranični karakter TPV Žumberak-Samoborsko gorje.

Tablica 21: Popis trasiranja izvedenih na području TPV Žumberak – Samoborsko gorje

ID_TR	R. br.	LOKACIJA TRASIRANJA	DATUM	IZVOĐAČ	TRASER	Ocjena
197	1	Pogana jama	1.5.1961	Nepoznat	Nepoznat	Nije ocijenjeno
196	2	Priseljski potok	22.5.1985	Geološki Zavod Slovenije	Uranin	Loše
165	3	Potok Sušica-Žumberak	15.5.1986	Geološki zavod Ljubljana	Uranin	Prihvatljivo
164	4	Ponikve-Žumberak	15.10.1991	Inštitut za reziskovanje krasa-Postojna	Uranin	Vrlo dobro
198	5	P-1	11.5.2009	Hrvatski geološki institut	Uranin	Vrlo dobro
199	6	P-1	11.5.2009	Hrvatski geološki institut	Na-naphthionat	Vrlo dobro
200	7	P-1	21.7.2011	Hrvatski geološki institut	Uranin	Vrlo dobro
201	8	P-2	21.7.2011	Hrvatski geološki institut	Na-naphthionat	Vrlo dobro
202	9	P-1	23.2.2012	Hrvatski geološki institut	Uranin	Vrlo dobro
203	10	P-2	23.2.2012	Hrvatski geološki institut	Na-naphthionat	Vrlo dobro
204	11	Jamina pod Piskom	26.6.2012	Hrvatski geološki institut	Uranin	Vrlo dobro
205	12	P-1	28.6.2012	Hrvatski geološki institut	Na-naphthionat	Vrlo dobro
206	13	P-2	16.10.2012	Hrvatski geološki institut	Na-naphthionat	Vrlo dobro
207	14	P-1	16.10.2012	Hrvatski geološki institut	Uranin	Vrlo dobro

### 6.2.7. Sliv Orljave

Na području TPV Sliv Orljave evidentirano je samo jedno trasiranje (Tablica 22), a riječ je o trasiranju ponora Uviraljka u karbonatnom dijelu masiva Papuka. Ovo je praktički jedino dokumentirano trasiranje izvedeno u nekom od područja izoliranih krških pojava u unutrašnjosti Hrvatske.

Tablica 22: Popis trasiranja izvedenih na području TPV Sliv Orljave

ID_TR	R. br.	LOKACIJA TRASIRANJA	DATUM	IZVOĐAČ	TRASER	Ocjena
36	1	Uviraljka	22.3.2007	Hrvatski geološki institut	Uranin	Vrlo dobro

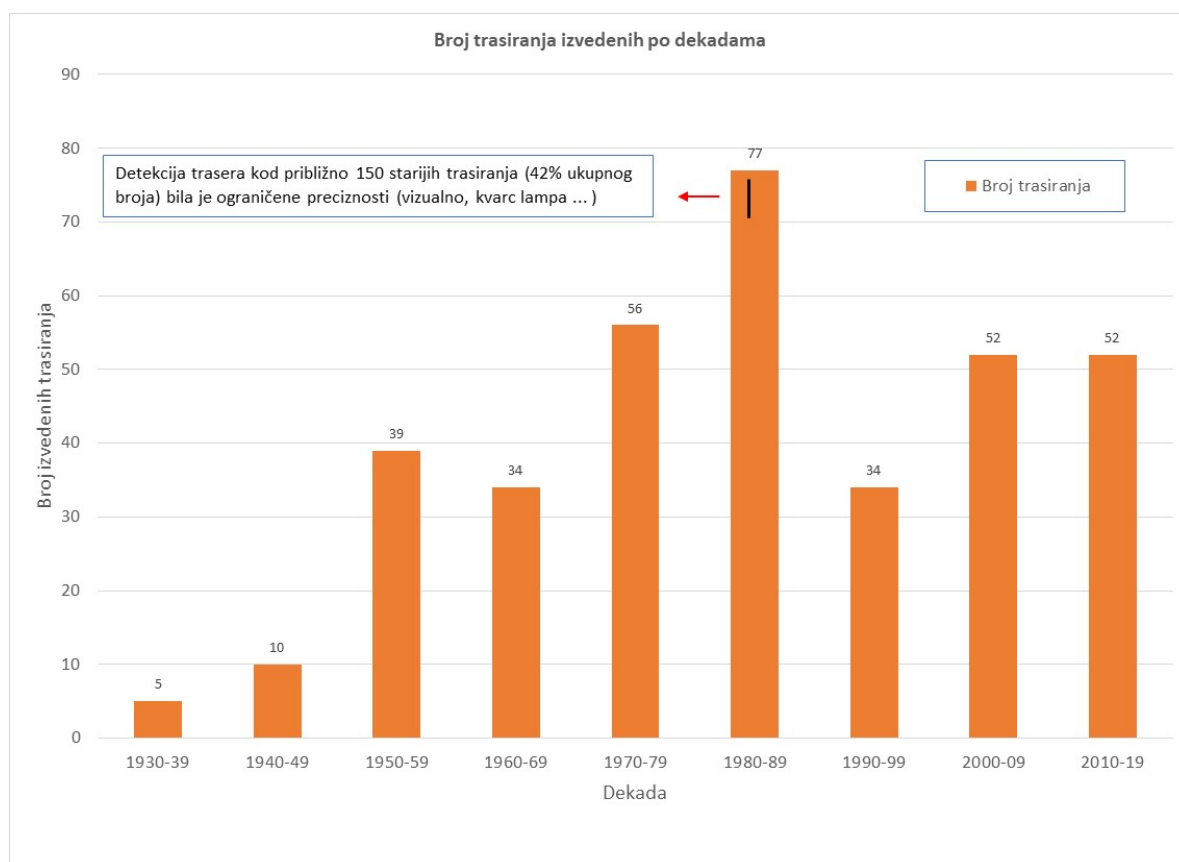
Budući da se trasirani ponor, prema granicama TPV-a preuzetim od Hrvatskih voda, nalazi na području susjednog vodnog tijela (Istočna Slavonija – Sliv Drave i Dunava), nedvojbeno utvrđena veza s izvorom Veličanke pokazuje da se trasirana lokacija nalazi u slivu Orljave, te će biti nužno izvesti manje korekcije linije razgraničenja ovih TPV-a.

## 7. OSNOVNA STATISTIKA PROJEKTA

Ovom preglednom statističkom obradom obuhvaćeni su podaci za ukupno 365 trasiranja. Tijekom obrade, pored trasiranja izvedenih na teritoriju Republike Hrvatske, korišteni i podaci o trasiranjima izvedenim u područjima prekograničnih vodonosnika, a koji zahvaćaju dijelove teritorija susjednih država (Slovenija, Bosna i Hercegovina), bilo da je riječ o mjestima upuštanja trasera ili opažanim lokacijama.

Dinamika izvođenja trasiranja počevši od prvih testova izvedenih 1930. godine (Veronese, 1939; Ref. 132) do konca 2019. godine prikazana je na slici 9. Trasiranja su razvrstana po dekadama. Najveći broj trasiranja izveden je u razdoblju od 1970. do 1989. godine (133 trasiranja, 36 %). U posljednjih dvadeset godina izvedena su 104 trasiranja, odnosno 52 po dekadi. Premda je i to značajan broj izvedenih testova, činjenica je da se ona sve češće izvode za potrebe mikrozoniranja, što im često daje lokalni karakter, a i sama područja opažanja su često reducirana samo na ciljane vodoopskrbne izvore. Značajno se prorijedio broj većih regionalnih trasiranja, odnosno onih vezanih za bolju interpretaciju hidrogeoloških odnosa na širim područjima i određivanje granica većih slivova. Po pitanju definiranja jadransko-crnomske razvodnice ne radi se ništa.

U razdoblju do sredine osamdesetih godina prošlog stoljeća izvedeno je oko 150 trasiranja (42 % od ukupnog broja), pri čemu ih je značajan dio bio regionalnog karaktera. Nažalost, a sukladno tada raspoloživim mogućnostima, pri ovim starim trasiranjima detekcija pojave trasera bila je ograničena (vizualno, kvarc lampa), pa je dio rezultata često upitan, kao i njihova interpretacija (etalonska detekcija, nazubljeni dijagrami, upitne pojave). U novije vrijeme kritički nastrojeni autori često su skloni odbacivanju njihovih rezultata. Premda je dio njih tehnički dobro izveden, pogotovo s obzirom na vrijeme izvođenja, činjenica jest da bi ih bilo zanimljivo ponoviti uz današnje analitičke mogućnosti, premda rezultati pojedinih novijih trasiranja znaju biti još problematičniji.



Slika 9: Dinamika izvođenja trasiranja po dekadama

Vrste do sada korištenih trasera prikazane su u tablici 23. Kako je vidljivo apsolutno najkorišteniji traser su fluorescentne boje (339 trasiranje, 93 %), pri čemu je uporaba uranina dominantna (322 trasiranja, 88 %). Rhodamin B (danas zabranjen) i eozin korišteni su po dva puta. U novije vrijeme sve je češća uporaba Na-naphthionata (13 trasiranja, 3,56 %).

Tablica 23: Udio pojedinih vrsta korištenih trasera

R. broj	Vrsta trasera	Broj testova	%
1	Uranin	322	88,22
2	Naphthionat	13	3,56
3	Rhodamin B	2	0,55
4	Eozin	2	0,55
5	Litijski klorid	3	0,82
6	Tricij	13	3,56
7	Krom 51	2	0,55
8	Bakteriofagi	2	0,55
9	Pivski kvasac	2	0,55
10	Nepoznat	4	1,10
	Ukupno	365	100,00

Ostali traseri izuzetno su se rijetko koristili. Uporaba radioaktivnih trasera (tricij i krom 51), koja je bila dosta česta u razdoblju od 1976. do 1989. godine (Institut Ruđer Bošković, Inaprojekt) danas je zabranjena. Trasiranja tricijem u izvedbi IRB-a uglavnom su dobro izvedena, no pokušaji Inaprojekta (Industroprojekta) korištenjem kroma 51 pokazala su sve nedostatke nestručnog rada i loše analitike (loša i nepouzdana).

U budućim istraživanjima i dalje se očekuje dominantna uporaba uranina, te daljnje povećanje korištenja Na-naphthionata. Uz dobru analitičku opremu široko je primjenljiv i kod nas zastupljen litijski klorid.

Izvođači trasiranja mijenjali su se s vremenom. Pregled i udio pojedinih izvođača trasiranja pregledno je prikazan u tablici 24. U određeno vrijeme vrlo aktivni izvođači poput Državnog hidrometeorološkog zavoda iz Zagreba ili Instituta Ruđer Bošković, danas se više ne bave tom djelatnošću. Neke tvrtke su se ugasile. Primjetno je da se u novije vrijeme sve više manjih privatnih tvrtki bavi ovim poslovima, ali je nažalost primjetna i činjenica da često taj posao obavljaju vrlo loše (nepoznavanje problematike, loša analitika, tehnička aljkavost). Gotovo pola navedenih tvrtki izvela je 1 ili 2 trasiranja. Premda bi to trebao biti rutinski posao, za njegovo obavljanje ipak treba stručna ekipa i sofisticirana mjerna oprema (poznavanje rada instrumenata i njihovo održavanje) što nije lako osigurati. Za jedno trasiranje u par godina to ne može biti ni isplativo, naravno ukoliko se posao želi valjano obaviti. Da se ne bi pogrešno shvatilo, i u slučaju etabliranih, danas neaktivnih ili još uvijek aktivnih izvođača, može se naići na loše izvedena i obrađena trasiranja.

Sva obrađena trasiranja za koja je prikupljena izvorna dokumentacija ocijenjena su s obzirom na tehničku izvedbu pokusa i pouzdanost dobivenih rezultata u cjelini. Trasiranja za koja nije pronađena izvorna dokumentacija već su prikazani podaci preneseni iz drugih dokumenata nisu ocjenjivana, budući za to nije bilo dovoljno elemenata. Premda su ovdje iznesene ocjene trasiranja donesene od strane autora izvješća, a temelje se na analizi raspoloživih podataka, one su ipak jednim dijelom subjektivne i ne moraju biti realne. Vjerujemo da smo pri ocjenjivanju bili vrlo blagi i vjerojatno bi pri strožem ocjenjivanju broj loših i nepouzdanih trasiranja bio znatno veći, a posebno pri ocjenjivanju starih trasiranja kod kojih je ponekad teško sagledati logiku priloženih dijagrama istjecanja trasera. Kako je već rečeno, po nekim autorima sva su ta trasiranja loša. Ono što je ovdje značajno jest da pored informacija svrstanih u baze podataka, korisnik se preko poveznica može upoznati sa sadržajem korištene izvorne dokumentacije, od teksta do krivulja istjecanja ili tablica koncentracije trasera, te praktički na osnovi svih podataka koji su i nama bili na raspolaganju, sam donijeti konačni



sud. Pregled broja trasiranja po ocjenjivačkim kategorijama naveden je u tablici 25. Značajke pojedinih kategorija opisane su u poglavlju 4 (str. 23).

Tablica 24: Pregled izvođača trasiranja i broj izvedenih testova.

R. broj	IZVOĐAČ	Broj trasiranja
1	Hrvatski geološki institut	149
2	Državni hidrometeorološki zavod	44*
3	GEOAQUA d.o.o.	22
4	Hidroelektrane na Trebišnjici	22
5	Industroprojekt, INA-Projekt, INA-Geološki konzalting, Geološki konzalting	20**
6	Građevinski fakultet - Zagreb	13*
7	Institut Ruđer Bošković	12*
8	Geotehnički fakultet Varaždin	6
9	Inženjerski projektni zavod	6*
10	GEO-5 d.o.o.	5
11	Geološki zavod Ljubljana	5
12	Geotehnika - Zagreb	5**
13	Estavela d.o.o.	4
14	Gino Veronese	4**
15	Državni hidrometeorološki zavod - Sarajevo	3
16	Geo Info d.o.o.	3
17	Geo-Cad d.o.o.	3**
18	Geo-Rudus d.o.o.	3
19	Hidroelektroprojekt - Zagreb	3
20	Hidrometeorološki zavod Slovenije	3
21	Akvifer d.o.o.	2
22	GEOS d.o.o.	2
23	Dom narodnog zdravlja Sušak	2**
24	Institut za biologiju univerze u Ljubljani	2
25	Akvaprojekt d.o.o.	1
26	Calx d.o.o.	1
27	EcolNA	1
28	Ekoturs d.o.o.	1
29	Inštitut za reziskovanje krasa-Postojna	1
30	Prirodoslovno-matematički fakultet- Zagreb	1*
31	Rudar d.d.	1
32	Speleološki klub Željezničar - Zagreb	1*
33	Vodoprivreda Karlovac	1*
34	RGN fakultet	1
35	Nepoznat	12
	Ukupno	365

\* Izvođač se više ne bavi trasiranjima

\*\* Izvođač više nije aktivan

Tablica 25: Pregled broja trasiranja po ocjenjivačkim kategorijama.

Ocjena trasiranja	Broj trasiranja	%
Vrlo dobro	40	11,0
Dobro	100	27,4
Prihvatljivo	85	23,3
Nepouzđano	35	9,6
Loše	21	5,8
Nije ocijenjeno	84	23,0
UKUPNO	365	100

Premda smatramo da smo pri ocjenjivanju bili relativno blagi, dobrima i vrlo dobrima, dakle s potpuno prihvatljivim rezultatima, svega je 140 ili 38 % izvedenih trasiranja. Nepouzđano i loše, dakle s vrlo upitnim rezultatima je 56 ili 15 % trasiranja. Prihvatljivo, što znači da bi ih bilo dobro ponoviti, je čak 85 ili 23 % testova. Unatoč svim naporima za 84 trasiranja (23 %) nismo ušli u trag izvornoj dokumentaciji pa ih nije bilo moguće ocijeniti.

Budući da su u opisu strukture GIS-a (poglavlje 3, str. 8-22) već prikazani brojni podaci o broju trasiranih objekata, broju opažanih izvora i vodnih veza, kao i podaci o vrstama korištene izvorne dokumentacije, prikupljenim dijagramima i priloženoj fotografskoj dokumentaciji, te podatke ovdje nećemo ponavljati.

Slijede još samo osnovni statistički podaci o utvrđenim vodnim vezama i prividnim brzinama tečenja podzemnih voda. Tijekom registriranih trasiranja ispitivano je ukupno 2730 potencijalnih vodnih veza. Od tog broja njih 1586 ili njih 58 % nije utvrdilo podzemno-vodne veze. Podzemne vodne veze utvrđene su u 950 slučajeva (35 %). Najčešće zbog vrlo niske koncentracije trasera (na granici detekcije), a obično i kratkotrajnog istjecanja, 41 vodna veza smatra se indikacijom, dakle veza nije pouzđano utvrđena ali se ne može niti isključiti. Obično ju takvom smatraju i sami izvođači trasiranja. Za 153 veze smatra se da su upitne. Ove veze izvođači najčešće smatraju utvrđenima no izneseni podaci to ne potvrđuju. To su obično slučajevi kod kojih navodnu vezu potvrđuje samo jedan pozitivan uzorak, koncentracija na početku trasiranja veća je od one utvrđene tijekom pika pojave boje, u slučajevima kad se traser pojavio na hidrogeološki teško prihvatljivoj lokaciji, a ponekad i na izvorima lociranim na višoj koti od kote ponora.

Dosadašnje obrade trasiranja izvedenih na području dinarskog krša Hrvatske (Kuhta & Brkić, 2008), a koje su izvedene na osnovi analize 199 trasiranja i 623 pozitivne vodne veze, pokazala su da raspon utvrđenih maksimalnih brzina podzemnih tokova varira od 0,01 do 32,1 cm/s, a prosječna vrijednost je 3,55 cm/s i medijan 2,3 cm/s.

Ovdje je provedena slična analiza no ovaj put korišteni su podaci iz 365 trasiranja, uključujući i ona izvedena u prekograničnim vodonosnicima. Premda je registrirano 950 utvrđenih vodnih veza, izračun se temelji na njih 928. Razlog tome je što za 32 utvrđene veze (ponekad s pojavom trasera u vidljivoj koncentraciji) nije bilo moguće izračunati prividne brzine toka, budući da u dokumentaciji nije navedeno vrijeme nailaska trasera. Dio veza utvrđen je opažanjem pomoću doza s aktivnim ugljenom, koje obično pokrivaju razdoblje od 7 do 10 dana, pa stvarno vrijeme nailaska trasera također nije moguće utvrditi.

Na osnovi navedenih podataka proizlazi da se maksimalne utvrđene prividne brzine kreću u rasponu od 0.04 do približno 20 cm/s. Premda su u 7 slučajeva zabilježene i nešto veće vrijednosti, pouzđanost tih podataka je slaba (detekcija kvarc lampom). Tako je npr. najveća brzina od 32,04 cm/s zabilježena između Markovog ponora i izvora u Jurjevskoj Žrnovnici (Biondić & Goatti, 1976; Ref. 64). Ponovljenim trasiranjem (Dukarić, Kuhta & Stroj, 2005; Ref. 21) za istu je vezu utvrđena maksimalna prividna brzina od svega 2,94 cm/s. Prosječna (srednja) maksimalna prividna brzina toka podzemnih voda na razmatranom području dinarskog krša iznosi 3,07 cm/s, a medijalna 1,89 cm/s. Dobivene vrijednosti nešto su niže od onih dobivenih prethodnim analizama (Kuhta & Brkić, 2008).

Premda se kod nas tijekom obrade krivulja istjecanja trasera vrlo rijetko iskazuju druge karakteristične prividne brzine, ovdje smo pokušali prikupiti što više podataka o prividnim brzinama nailaska maksimalne koncentracije trasera, koja je vrlo značajna u slučaju akcidentnih onečišćenja okoliša. Budući da se vrijeme nailaska maksimalne koncentracije navodi samo kod nekih trasiranja, kada je god to bilo moguće (postojanje krivulja istjecanja trasera ili tablice izmjerenih koncentracija) pokušali smo „skinuti“ taj podatak. To nam je uspjelo za 691 utvrđenu vezu. Prema tim podacima prividne brzine nailaska maksimalnih koncentracija trasera variraju u rasponu od 0,04 do 16,3 cm/s, srednja vrijednost je 1,91 cm/s, a medijan 1,3 cm/s.

Najduža utvrđena vodna veza tijekom dosadašnjih trasiranja je ona između Markovog Ponora i Novljanske Žrnovnice koja iznosi 46,88 km. Srednja udaljenost između mjesta trasiranja i opažanih objekata dobivena na osnovi 950 utvrđenih veza je 10,23 km, a medijan je 8,135 km.

Na temelju udaljenosti i visinskih razlika između mjesta ubacivanja i pojave trasera izračunati su i pripadni prividni hidraulički gradijenti toka. Ovi podaci bili su dostupni za 904 utvrđene veze. Treba napomenuti da gradijente nismo računali u slučaju trasiranja ili opažanja bušotina. On je računat jedino ukoliko su bili navedeni i podaci o razinama podzemne vode u vrijeme trasiranja, što je bio izuzetno rijedak slučaj. Srednja vrijednost prividnih hidrauličkih gradijenata kod utvrđenih vodnih veza je 40,9 ‰ uz median 25,9 ‰.

Autori izvješća:

Mladen Kuhta, dipl.ing. geol.

dr.sc. Željka Brkić, dipl.ing.geol.

## Popis izvorne dokumentacije - Reference:

0. Baza hidrogeoloških podataka Hrvatskog geološkog instituta (BHP-HGI).
1. INA-PROJEKT, (1984): Zaštita izvorišta „Ostrvica“ kod Kulen Vakufa, hidrogeološki istražni radovi. Poglavlje: Hidrogeološke karakteristike slivnog područja Ostrvice, trasiranje ponora u Dnopolju, str. 6-10.
2. Golubić, S., (2003): Izvođenje hidrogeoloških istraživačkih radova s ciljem zahvaćanja i zaštite izvora Joševice. Poglavlje 3.2. Trasiranje podzemnih voda, str. 9-10. Geološki konzalting d.o.o., Zagreb.
3. Ivičić, D., (1987): Izvještaj o bojanju ponora na Jasenačkom polju. Fond stru. dok. Hrvatski geološki institut, Zagreb.
4. Raljević, B., Čakarun, I., Kostović, K., Hrelić, Đ., Božičević, S. & Babić, Ž., (1971): Regionalna hidrogeološka istraživanja na području Istre. Poglavlje 2.5. Bojenje, str 27-32. Fond stru. dok. Hrvatski geološki institut, Zagreb.
5. Lipovac, R., (1996): Izvještaj o rezultatima istraživačkih radova s ciljem revidiranja zona sanitarne zaštite vodocrpilišta Tivoli – Pula. INA-Geološki konzalting, Zagreb.
6. Industroprojekt – Zagreb, (1980): Hidrogeološki istražni radovi u svrhu određivanja zona sanitarne zaštite za vodocrpilišta na širem području Pule. Poglavlje 4. Bojenje na lokalitetu „Radeti – Valtura“, str. 9-10.
7. INA-Projekt, (1986): Izvještaj o rezultatima hidrogeoloških istražnih radova na području Limske Drage. Poglavlje; Rezultati trasiranja podzemnih voda, str. 9-13.
8. Kubelka, V., (1977): Trasiranje ponora Čiže pomoću tricirane vode. Arh. Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Zagreb.
9. Kvastek, K., (1988): Utvrđivanje podzemne vodne veze između ponora Čiže i izvora Gradole. Arh. Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Zagreb.
10. Kvastek, K., (1989): Praćenje dinamike toka podzemne vode od ponora Čiže do izvora V. Gradole prilikom kontinuiranog ulijevanja vode iz akumulacije Butoniga u ponor Čiže. Arh. Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Zagreb.
11. Haček, M. & Hanich, M., (1982): Hidrogeološki istražni radovi u svrhu određivanja zona sanitarne zaštite vodocrpilišta Rakonek, te izvorišta Sv. Antun i Bolobani. Poglavlje 7. Rezultati trasiranja podzemnih voda, str. 17-22. Industroprojekt – Zagreb.
12. Haček, M. & Hanich, M., (1982): Hidrogeološki istražni radovi u svrhu određivanja zona sanitarne zaštite za vodocrpilišta na širem području Labina. Poglavlje 5, Bojenje natrijevim fluoresceinom i radioizotopska trasiranja, str. 10. Industroprojekt – Zagreb.
13. Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, (1967): Izvor Gradole – Istražni radovi I. faza. Poglavlje/prilog 3, Bojanje ponora Čiže, 18 str. i prilozi.
14. Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, (1969): Izvor Gradole – Istražni radovi II. faza. Poglavlje/prilog B, Dešković I. autor, Bojanje ponora Čiže, 16 str. i prilozi.
15. Haček, M., (1980): Izvještaj o rezultatima istraživanja na otkrivenoj pećini unutar industrijske zone Labin (Bojenje i Speleološka istraživanja). Str. 6, Industroprojekt – Zagreb.
16. Minčir, Ž. & Grgas, T., (1972): Bojanje ponora u Lapačkom polju. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, Zagreb.
17. Grgas, T., (1979): Bojanje ponora Radusinovac u Gračačkom polju. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, Zagreb.
18. Turner, S., (1959): Tehnički izvještaj o bojanju potoka Tisovca na ponoru Vlatkovića jama (Knjiga bojenja br. 41). Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, Zagreb.
19. Turner, S., (1960): Tehnički izvještaj o bojanju potoka Tisovca na ponoru Vlatkovića jama (Knjiga bojenja br. 43). Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, Zagreb.

20. Turner, S., (1957): Tehnički izvještaj o bojenju ponornice Mizinovac u Studencima kod Perušića (Knjiga bojenja br. 27). Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, Zagreb.
21. Dukarić, F., Kuhta, M. & Stroj, A., (2005): Trasiranje tokova podzemne vode iz Markovog ponora u Lipovom polju u porječju rijeke Like. Hrvatski geološki institut, br. 98/05, Zagreb.
22. Kuhta, M., Frangen, T. & Stroj, A., (2008): Trasiranje tokova podzemnih voda s Grobničkog polja; Ponor Rupa u Donjem Jelenju i bušotina DB-1. Hrvatski geološki institut, br. 18/09, Zagreb.
23. Kuhta, M. & Frangen, T.,(2013): Trasiranje na području Grobničkog polja u svrhu određivanja sliva bunara u Martinšćici. Hrvatski geološki institut, br. 10/13, Zagreb.
24. Kuhta, M., Frangen, T. & Stroj, A., (2010): Vodoistražni radovi u cilju zaštite izvorišta Krbavica, II. Faza. Trasiranje ponora na Trnovac polju. Hrvatski geološki institut, br. 31/10, Zagreb.
25. Kuhta, M. & Stroj, A., (2006): Geološka i hidrogeološka istraživanja na području predložene lokacije Centra za gospodarenje otpadom Splitsko-dalmatinske županije kod Lečevice. Dopunsko izvješće. Rezultati trasiranja jame na lokaciji Centra. Hrvatski geološki institut, br. 90/06, Zagreb.
26. Kuhta, M. & Frangen, T.,(2017): Trasiranje tokova podzemnih voda iz jame na lokaciji Šilovića doci u Kladnjicama, Općina Lečevica. Hrvatski geološki institut, br. 20/17, Zagreb.
27. EcoINA (2004): Elaborat o kompleksnim geoistraživanjima lokacije „Kladnice“ – Lečevica. Knjiga 1. Poglavlje VI, Trasiranje podzemnih voda, str. 71-74. Zagreb.
28. Kuhta, M. & Frangen, T.,(2017): Korenica – zone sanitarne zaštite izvora Krbavica i Čujića Krčevine. Trasiranje ponora Šuputove drage na Homoljačkom polju. Hrvatski geološki institut, br. 19/13, Zagreb.
29. Kuhta, M. & Stroj, A., (2006a): Izvješće o vodoistražnim radovima na Papuku u 2006. godini. Poglavlje 4; Trasiranje podzemnih voda, str. 44-52. Hrvatski geološki institut, br. 123/06, Zagreb.
30. GEOS d.o.o. (2014): Hidrogeološki elaborat o namjenskim vodoistražnim radovima (mikrozoniranje) na lokalitetu „Ciburi“ kod Pazina. Izvadak o trasiranju podzemnih tokova, str. 14-36. Rovinj.
31. GEOAQUA d.o.o. (2016): Detaljni namjenski vodoistražni radovi (mikrozoniranje) na lokaciji poslovno gospodarske zone Mazurija. Izvadak o trasiranju podzemnih tokova, str. 14-27. Zagreb.
32. GEOS d.o.o. (2014): Hidrogeološki elaborat o namjenskim vodoistražnim radovima (mikrozoniranje) na eksploatacijskom polju „Praščari“ kod Buzeta. Poglavlje 7; Dopunska namjenska istraživanja obavljena 2014. godine, str. 26-40. Rovinj.
33. GEOAQUA d.o.o. (2017): Izvođenje detaljnih namjenskih vodoistražnih radova (mikrozoniranje) na lokaciji kamenoloma Tambura – Fažana (K.O. Fažama). Poglavlje 3; Trasiranje toka podzemne vode, str. 6-21. Zagreb.
34. GEO-5 d.o.o. (2006): Projekt hidrogeoloških radova na istražnom prostoru – eksploatacijskom polju „Krase“ (mikrozoniranje). Poglavlje 7; Opis istražnih radova, trasiranje, mikrozoniranje i zaključak, str. 14-18. Rovinj.
35. GEOAQUA d.o.o. (2017): Radovi trasiranja podzemne vode (mikrozoniranje) na lokaciji turističko naselje, golf igralište i marina u uvali Marić – Porto Mariccio. Zagreb.
36. GEOAQUA d.o.o. (2014): Vodoistražni radovi mikrozoniranja na lokaciji odlagališta komunalnog otpada Razbojište. Zagreb.
37. GEOAQUA d.o.o. (2012): Vodoistražni radovi za mikrozoniranje na platou R 27 Industrijske zone d.o.o. Bakar. EKO-CENTAR za proizvodnju i reciklažu sekundarnih sirovina iz vrijednih svojstava otpada. Poglavlje 4: Rezultati provedenih istražnih radova, str. 33-44. Zagreb.

38. CALX d.o.o. (2008): Hidrogeološki istražni radovi (mikrozoniranje) na lokaciji eksploatacijskog polja Garica, Krk. Poglavlja 4 i 5: Trasiranje toka podzemnih voda, str.9-19. Zagreb
39. GEOAQUA d.o.o. (2016): Detaljni namjenski vodoistražni radovi (mikrozoniranje) na lokaciji Kukuljanovo, K.Č. 1193/2, 1193/3 i 1193/4 K.O. Kukuljanovo. Poglavlje 4: Trasiranje podzemne vode na lokaciji Kukuljanovo, str., 17-28. Zagreb.
40. GEO-INFO & GEO-RUDUS, (2016): Hidrogeološka istraživanja za potrebe izgradnje i sanacije dijela odlagališta komunalnog otpada Sović Laz – Kazeta za građevinski otpad koji sadrži azbest u čvrstom stanju. Završno izvješće. Poglavlje 4: Rezultati dodatnih hidrogeoloških istraživanja, str., 11-19. Zagreb.
41. GEOAQUA d.o.o. (2012): Vodoistražni radovi mikrozoniranja lokacije za izgradnju gornje stanice žičare Medveja – Vojak (Vrh Učke). Prilog 6: Trasiranje sa lokacije gornje stanice žičare Medveja – Vojak. Zagreb.
42. GEO-5 d.o.o. (2016): Detaljni namjenski vodoistražni radovi (mikrozoniranje i trasiranje podzemnih tokova) za Eksploatacijsko polje „Kikovica-Drenov Vrh“ u općini Čavle. Poglavlje 6: Trasiranje podzemnih voda, str., 19-37. Rovinj.
43. Stroj, A.,(2013): Mikrozoniranje lokacije groblja kod naselja Batomalj, općina Baška. Hrvatski geološki institut. Zagreb.
44. Ivičić, D., Kuhta, M. & Marković, T., (2001): Hidrogeološka istraživanja u visokom području sliva Zagorske Mrežnice. Trasiranje ponora u jezeranama i speleoloki radovi u jami Rokina bezdana. Poglavlje 4: Trasiranje ponora u Jezeranama. Hrvatski geološki institut, arh. br. 10/01, str., 20-25. Zagreb.
45. Kuhta, M., (2002): Speleološki istražni radovi u Rokinoj bezdani i trasiranje ponora u Jezeranama. Poglavlje 6: Trasiranje ponora u Jezeranama., str. 17-26. Speleološki klub Željezničar, Zagreb.
46. Dukarić, F. & Biondić, R., (2002): Upojna građevina vodospreme Streljana-Drenova. Trasiranje podzemne vode – hidrogeološka istraživanja. Hrvatski geološki institut, arh. br. 20/2002. Zagreb.
47. Pavičić, A. & Dolić, S., (2003): Trasiranje ponora Kotao – Relić Draga kod Prušića. Hrvatski geološki institut, arh. br. 18/03. Zagreb.
48. Biondić, B., Blagus, Z. & Šaban, B., (1989): Asfaltna baza Marinščina II. Trasiranje nalijevanjem u prirodni otvor (jamu). Hidrogeološki istražni radovi 1988. Hrvatski geološki institut, arh. br. 47/89. Zagreb.
49. Pavičić, A. & Dolić, S., (2002): Trasiranje na ponoru kod Fumića u Letincu. Hrvatski geološki institut, arh. br. 64/02, Zagreb.
50. Ivičić, D., (2003): Istraživanje podzemnih veza u zaleđu izvorišta Slunjčica. Trasiranje ponora Švica sjeverno od Rakovice. Hrvatski geološki institut, arh. br. 48/03, Zagreb.
51. Dukarić, F. & Stroj, A., (2005): Trasiranje tokova podzemne vode u svrhu definiranja granice sliva izvorišta Novljanske Žrnovnice. Hrvatski geološki institut, arh. br. 77/04, Zagreb.
52. Mlinar, Ž. & Vulić, Ž., (1983): Kanalizacija Vodnjana – ispušt. Trasiranje ponora Bonaparte. Hrvatski geološki institut, arh. br. 77/83, Zagreb.
53. Viljevac, Ž., (1993): Autocesta Zagreb-Rijeka. Hidrogeološki istražni radovi na dionici Kupjak-Bosiljevo. Trasiranje ponora u Staroj Sušici. Hrvatski geološki institut, arh. br. 82/93, Zagreb.
54. Dukarić, F. & Biondić, B., (1991): Trasiranje podzemne vode i ispitivanje upojnosti Estavele u Području buduće akumulacije Zoretići. Hrvatski geološki institut, arh. br. 111/91, Zagreb.
55. Dukarić, F. & Biondić, B., (1996): Odabir lokacije deponije grada Rijeke. Trasiranje podzemne vode iz lokacije Rojno. Hrvatski geološki institut, arh. br. 24/96, Zagreb.
56. Blagus, Z. & Vulić, Ž., (1984): Cestovne prometnice u privrednoj zoni Rijeke, R-27, Škrljevo. Dionica G-M Flotator (stac. Km 1+065). Trasiranje nalijevanjem kroz bušotinu FLOT-3. Hrvatski geološki institut, arh. br. 20/84, Zagreb.

57. Biondić, B. & Dukarić, F., (1988): Vodoistražni radovi za izvorište Kristal u Opatiji. Poglavlje 4.3. Vodoistražni radovi, str. 11-23. Hrvatski geološki institut, arh. br. 185/88, Zagreb.
58. Biondić, B. & Goatti, V., (1980): Vodoistražni radovi Rijeka. Bojenje ponora u Trsteniku. Hrvatski geološki institut, arh. br. 213/80, Zagreb.
59. Biondić, B. & Dukarić, F., (1986): Izvor Rječine, hidrogeološki radovi za ocjenu mogućnosti uspora vode na izvoru. Hrvatski geološki institut, arh. br. 59/86, Zagreb.
60. Biondić, B. & Goatti, V., (1978): Vodoistražni radovi Rijeka. Separatni izvještaj, Bojenje ponora u Mlaki. Hrvatski geološki institut, arh. br. 208/78, Zagreb.
61. Biondić, B. & Vulić, Ž., (1977): Vodoistražni radovi Rijeka. Separatni izvještaj, Bojenje ponora u Mlaki. Hrvatski geološki institut, arh. br. 195/77, Zagreb.
62. Biondić, B., Goatti, V. & Vulić, Ž., (1978): Vodoistražni radovi Rijeka. Hidrogeološki radovi, izvještaj. Poglavlje 2.2.1. Sliv izvora Rječine, izvora uz SZ rub Grobničkog polja, Zvira i Martinšćice, str. 36-38. Hrvatski geološki institut, arh. br. 14/78, Zagreb.
63. Biondić, R., Kapelj, S. & Rubinić, J., (2004): Granični vodonosnici Hrvatske i Slovenije između Kvarnerskog i Tršćanskog zaljeva. Izvješće II. Faze istraživanja. Poglavlje 7: Trasiranje podzemnih tokova, str. 29-40. Hrvatski geološki institut, arh. br. /04, Zagreb.
64. Biondić, B. & Goatti, V., (1976): Regionalna hidrogeološka istraživanja Like i Hrvatskog Primorja. Knjiga – Tekst, poglavlje 7.1: Istražni radovi, str. 64-81; Knjiga dokumentacije II, prilozi 3.2. Hrvatski geološki institut, arh. br. 215/76, Zagreb.
65. Fritz, F., Renić, A. & Pavičić, A., (1986): Bojenje voda ponornog dijele Zrmanje u području Mokrog polja. Hrvatski geološki institut, arh. br. 23/86, Zagreb.
66. Ivičić, D., (1981): HE Gojak – Hidrogeološka istraživanja područja Mrežnice, Krakara, Jasenka, Vitunjšćice, Ribnjaka i Gojačke Dobre. Bojenje Zrnič ponora u Drežničkom polju. Hrvatski geološki institut, arh. br. 176/81, Zagreb.
67. Kapelj, J. & Fritz, F., (1987): Bojenje voda ponora uz rijeku Zrmanju u Erveničkom polju. Hrvatski geološki institut, arh. br. 16/87, Zagreb.
68. Borčić, D., (1974): Prethodni izvještaj o izvršenom bojenju vodotoka Klanska Rječina na ponoru Gotovž kod Klane, Rijeka. Hrvatski geološki institut, arh. br. 96/74, Zagreb.
69. Tomić, A., Biondić, B. & Borčić, D., (1974): Bojenje ponora unutar akumulacije „Letaj“. Hrvatski geološki institut, arh. br. 150/74, Zagreb.
70. Renić, A. & Pavičić, A., (1988): Akumulacijsko jezero Kosinj. HE Kosinj i HE Otočac. Idejni projekt. Bojenje podzemnih voda iz bušotina K-1-1, LG-5, LG-15 i ponora u gornjem toku Bakovca. Hrvatski geološki institut, arh. br. 112/88, Zagreb.
71. Ivičić, D. & Bojanić, L., (1975): Tvornica glinice Obrovac, Deponija za crveni mulj (Blaževac). Izvještaj o izvršenom istražnom bušenju i bojenju. Hrvatski geološki institut, arh. br. 191/75, Zagreb.
72. Biondić, B., Ivičić, D. & Viljevac, Ž., (1986): Hidrogeološka istraživanja u visokom području sliva Zagorske Mrežnice. Poglavlje 4.2. Formiranje i kretanje podzemne i površinske vode. Hrvatski geološki institut, arh. br. 343/86, Zagreb.
73. Goatti, V. & Ivičić, D., (1989): Hidrogeološka istraživanja u visokom području sliva Zagorske Mrežnice. Poglavlje 5.2. Formiranje i kretanje podzemne i površinske vode. Hrvatski geološki institut, arh. br. 79/89, Zagreb.
74. Buljan, R., Gulam, V., Frangen, T., Terzić, J. & Blagus, Z., (2013): Retencija Drežničko polje – prva faza istražnih radova za Glavni projekt. Inženjerskogeološka i hidrogeološka istraživanja. Poglavlje 3.7. Trasiranje tokova vode u podzemlju iz Drežničkog polja. Hrvatski geološki institut, arh. br. 64/13, Zagreb.
75. INŽENJERSKO PROJEKTNII ZAVOD (1948): Osnovni projekt Dobra-Mrežnica. Hidrogeološke podloge. Bojadisanje ponornica. Fond IPZ-Odjel hidroelektrane, 16-11-6. Zagreb.

76. Bojanić, L. & Ivičić, D., (1981): HE Gojak. Hidrogeološka istraživanja područja Drežnice, Krakara, Jasenka, Vitunjčice, Ribnjaka i Gojačke Dobre. Hrvatski geološki institut, arh. br. 24/81, Zagreb.
77. Bojanić, L., (1972): Regionalna hidrogeološka istraživanja područja sliva Kupe. Hrvatski geološki institut, arh. br. 322/72, Zagreb.
78. Biondić, B. & Goatti, V., (1983): Zaštitne zone vodoopskrbnih izvorišta na području općine Opatija. Hidrogeološki radovi. Hrvatski geološki institut, arh. br. 39/83, Zagreb.
79. Biondić, B. & Goatti, V., (1982): Hidrogeološki istražni radovi potrebni za određivanje mjesta upoja za otpadne vode odmarališta INA na području Učke. Separatni izvještaj. Hrvatski geološki institut, arh. br. 220/82, Zagreb.
80. Biondić, B., Dukarić, F., Kuhta, M. & Biondić, R., (1997): Izvor Rječine – Hidrogeološka istraživanja. Prilog 9: Rezultati trasiranja podzemne vode iz bušotina SP-3 i SP-6. Hrvatski geološki institut, Zagreb.
81. Dukarić, F. & Biondić, B., (1991): Autocesta Rijeka-Trst (odvodnja dionice Jurdani-Rupa-granica R. Slovenija), hidrogeološki radovi. Poglavlje 5: Ispitivanje upojnosti i podzemnih tokova, str.14-20. Hrvatski geološki institut, arh. br. 70/91, Zagreb.
82. Zupan, M., (1987): Poročilo o III. Fazi raziskav ugotavljanja zaledja Rižane. Hidrometeorološki zavod Slovenije. Arh. Br.: Kr II E1)III)-14/1987, Ljubljana.
83. Inštitut za biologiju univerze v Ljubljani (1987): Poročilo o opravljenom poskusu na području Movraške vale s salmonelnim fagom P22H5. Ljubljana.
84. Krivic, P., Breclj, M. & Zupan, M., (1989): Podzemne vodne zveze na području Čičarije in Osrednjega dela Istre. Acta carsologica, XVIII, 265-295, Ljubljana.
85. Krivic, P., Breclj, M., Trišić, N. & Zupan, M., (1987): Sledenje podzemnih vod v zaledju izvira Rižane. Acta carsologica, XVII, 83-104, Ljubljana.
86. Urbanc, J. & Kuhta, M., (2015): IPA projekt Istra-Hidro. Poglavlje 2.2.1. Sledilni poskus z območja Podgrada / Trasiranje na području Podgrada, str. 72-77.
87. Biondić, B. & Goatti, V., (1975): Bojenje ponora Gacke kod Otočca. Hidrogeološki radovi 1974. Hrvatski geološki institut, arh. br. 30/75, Zagreb.
88. Pavičić, A., Prelogović, E., Kapelj, S. & Ivičić, D., (2000): Vodocrpilište Muškovci i Berberi Buk. Hidrogeološki istražni radovi za prijedlog zona sanitarne zaštite. Poglavlje 4.1.; Trasiranje podzemne vode na vodotoku otuča-Lakića ponor, str.11-14. Hrvatski geološki institut, arh. br. 58/00, Zagreb.
89. Biondić, B. & Goatti, V., (1980): Hidrogeološki radovi potrebni za ispitivanje upojnosti jame u Čikovićima za otpadne vode naselja Čikovići i Kastav u Rijeci. Hrvatski geološki institut, arh. br. 297/80, Zagreb.
90. Dukarić, F. & Biondić, B., (1991): Autocesta Rijeka-Trst, dionica Matulji-Jurdani, hidrogeološki radovi. Poglavlje 5; Ispitivanje upojnosti i podzemnih tokova, str. 10-13. Hrvatski geološki institut, arh. br. 86/90, Zagreb.
91. Božičević, S., (1978): Tunel Učka. Speleološka istraživanja nabušenih kaverni (Stacionaža 1+475 i 1+630 Kvarnerska strana). Hrvatski geološki institut, arh. br. 64/78, Zagreb.
92. Belavić, M., (1949): Istraživanje tokova podzemnih voda u Bakru. Higijena, god 1., br. 1-3 str. 52-66, Sanitarna inspekcija FNRJ, Medicinska knjiga, Beograd.
93. Franić, D., (1968): Vodoistražni radovi Bakarac 1966/1967. god. Geotehnika, Zagreb.
94. Biondić, B. & Goatti, V., (1976): Regionalna hidrogeološka istraživanja Like i Hrvatskog Primorja. Knjiga dokumentacije II, prilozi 3.1./1-17: Tablični prikaz ranije izvršenih bijenja podzemnih voda. Hrvatski geološki institut, arh. br. 215/76, Zagreb.
95. Turner, S., (1954 ): Bojenje Čupić ponora kod Krakara. Knjiga bojenja br. 9. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, Zagreb. (NEDOSTUPNO)



96. Turner, S., (1954): Bojenje ponora Marović kod Drežnice. Knjiga bojenja br. 10. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, Zagreb. (NEDOSTUPNO)
97. Turner, S., (1954): Bojenje ponora Jasenak kod Jasenka. Knjiga bojenja br. 11. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, Zagreb. (NEDOSTUPNO)
98. Turner, S., (1954): Bojenje ponora u Stajničkom polju kod Jezerana. Knjiga bojenja br. 12. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, Zagreb. (NEDOSTUPNO)
99. Turner, S., (1955): Bojenje Jelar ponora kod Gračaca. Knjiga bojenja br. 17. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, Zagreb. (NEDOSTUPNO)
100. Turner, S., (1956): Bojenje ponora u Malom Lugu (Gorski Kotar). Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, Zagreb. (NEDOSTUPNO)
101. Turner, S., (1959): Bojenje Tučić ponora kod Gračaca. Knjiga bojenja br. 50. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, Zagreb. (NEDOSTUPNO)
102. Turner, S., (1960): Bojenje Krčić ponora kod Gračaca. Knjiga bojenja br. 52. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, Zagreb. (NEDOSTUPNO)
103. Turner, S., (1960): Bojenje ponora Jabukovac kod Gračaca. Knjiga bojenja br. 53. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, Zagreb. (NEDOSTUPNO)
104. Turner, S., (1960): Bojenje Markovog ponora u Lipovom polju. Knjiga bojenja br. 55. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, Zagreb. (NEDOSTUPNO)
105. Turner, S., (1960): Bojenje ponora Vrkljani na Obsenici. Knjiga bojenja br. 56. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, Zagreb. (NEDOSTUPNO)
106. Novak, D. & Čadež, N., (1965): Bojanje jame u žlebu na Prezidanskom potoku. Arh. HMZ SRS, Ljubljana. (NEDOSTUPNO)
107. Biondić, B. & Goatti, V., (1973): Bojenje ponora Ličanke na Lič polju kod Fužina. Hrvatski geološki institut, arh. br. 5431, Zagreb. (NEDOSTUPNO)
108. GEOAQUA d.o.o. (2005): Hidrogeološka istraživanja u cilju zaštite izvora Pazarišta i Bužima – Grad Gospić (II. faza). Poglavlje 4.2; Lokacije trasiranja podzemne vode, str. 23-26, Zagreb.
109. GEOAQUA d.o.o. (2011): Trasiranje iz područja Brinja. Hidrogeološki radovi za novelaciju granica zona zaštite izvorišta Novljanske Žrnovnice. Poglavlje 5; Trasiranje ponora povremenog vodotoka Gata, str. 16-29, Zagreb.
110. Geo-Cad d.o.o. (2008): Hidrogeološka istraživanja u cilju zaštite izvora Loskun-općina Donji Lapac (II. faza). Trasiranje podzemne vode iz Jame kod Vijenca. Zagreb.
111. Geo-Cad d.o.o. (2011): Klana - trasiranje u svrhu novelacije zona sanitarne zaštite riječkih izvora. Zagreb.
112. GEOAQUA d.o.o. (2011): Hidrogeološka istraživanja za novelaciju druge zone sanitarne zaštite izvorišta Bužin i Gabrijeli. Poglavlje 5; Trasiranje ponora Stancija Rosa kod grada Buja, str. 36-46, Zagreb.
113. GEOAQUA d.o.o. (2009): Hidrogeološka istraživanja za novelaciju druge zone sanitarne zaštite izvorišta Gradole i Sveti Ivan. Poglavlje 4; Trasiranje ponora kod Višnjana, str. 23-31. Zagreb.
114. Biondić, R., Kapelj, S. & Žugaj, R., (2003): Hidrogeološka istraživanja za zaštitu izvorišta pitke vode na području Vrbovskog. Poglavlje 6.4: Trasiranje podzemnih tokova, str. 25-29. Hrvatski geološki institut, arh. br. 63/03, Zagreb.
115. Borčić, D., (1976): Trasiranje podzemnih voda ponora Lepenice i Kupjaka. Prilog u: Institut za geološka istraživanja i Industroprojekt Zagreb; Istražni radovi na trasi Jugoslavenskog naftovoda, dionica Omišalj-Sisak, Knjiga 1. Hrvatski geološki institut, arh. br. 6180/1, Zagreb.
116. Knapp, M., (1976): Izvještaj o ispitivanjima smjerova kretanja podzemnih voda na nekim lokalitetima Gorskog kotara. Prilog u: Institut za geološka istraživanja i Industroprojekt Zagreb; Istražni radovi na trasi Jugoslavenskog naftovoda, dionica Omišalj-Sisak, Knjiga 1. Hrvatski geološki institut, arh. br. 6180/1, Zagreb.

117. Kuhta, M., Brkić, Ž., Biondić, R. & Biondić, B., (2012): Hidrogeološka istraživanja Hrvatsko-Slovenskih prekograničnih vodonosnika. Područje od V.Snežnika do prisavske ravnice, I.faza. Hrvatski geološki institut, arh. br. 61/12, Zagreb.
118. Habič, P. & Kogovšek, J., (1992): Sledenje voda v krškem zaledju Krupe v JV Sloveniji. Acta Carsologica, XXI, 35-76, Ljubljana.
119. Novak, D., (1989): Hidrogeološke razmere v zaledju izvira Obrh v Metliki. Naše jame, 31, 7-14, Ljubljana.
120. Novak, D., (1991): Novejša sledenja kraških voda v Sloveniji po letu 1965. Geologija, 33, 461-478, Ljubljana.
121. Biondić, B. & Biondić, R., (2012): Hidrogeološka istraživanja (mikrozoniranje) lokacije buduće benzinske postaje u Pargu. Poglavlje 3.3; Rezultati istraživanja mikrozoniranja lokacije benzinske postaje, str.10-18, GeolInfo d.o.o., Zagreb.
122. Munda, B. & Svetina, B., (1992): Hidrogeološki radovi u svrhu određivanja zona sanitarne zaštite izvorišta na području općine Čabar. Poglavlje 3.2; Trasiranje podzemnih voda, str. 16-21. Arh. INA-Geološki konzalting, Zagreb.
123. Kvastek, K., (1993): Određivanje slivnog područja izvora Sv. Ivan. Utvrđivanje podzemnih veza područja Dana i Lanišća, te vodotoka Rečine s izvorom Sv. Ivan. Arh. Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Zagreb.
124. Magdalenić, A. & Bonacci, O., (1992): Sliv izvora Sv. Ivanu Istri, zone sanitarne zaštite, hidrogeološka i hidrološka studija. Hydroexpert, Zagreb.
125. Kubelka, V., (1979): Primjena radioaktivnih metoda kod provedbe kompleksnih istražnih radova u definiranju kvantiteta i kvaliteta voda krških izvora u Istri (samo tekst - bez priloga). Arh. Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Zagreb.
126. Šikić, D., (1976): Vodoistražni radovi bojenjem ponora u Delnicama. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb.
127. Kubelka, V., & Kvastek, K., (1983): Nastavak istražnih radova na mogućnosti iskorištavanja izvora vode u dolini rijeke Raše. Arh. Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Zagreb. (NEDOSTUPNO)
128. Industroprojekt (1980): Hidrogeološki istražni radovi na lokaciji industrijskog kompleksa Vele Soline. Arh. Industroprojekt, Zagreb. (NEDOSTUPNO)
129. Knapp, M., Haček, M. & Hanich, M., (1980): Regionalna hidrogeološka istraživanja šireg područja Buljanskog polja (Radioizotopsko ispitivanje i bojenje), Arh. Industroprojekt, Zagreb. (NEDOSTUPNO)
130. Magdalenić, A., (1984): Studija sliva izvora Bulaž u Istri. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb.
131. DHMZ (1957): Bojenje ponornice u Oprtaljskoj dragi. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, Zagreb. (NEDOSTUPNO)
132. Veronese, G., (1939): Appunti per la storia del Gran de acquetotto Istriano. III Progetto esecutivo – I Lotto, Societa cooperativa topografica, Padova.
133. Dešković, I., (1968): Ekspertiza o bojenju ponora rječice Fojbe kod Pazina. Arh. Građevinski fakultet, Zagreb. (NEDOSTUPNO)
134. Golac, M. (1985): Hidrogeološki istražni radovi u svrhu ekološke zaštite uže i šire okoline Limskog kanala. Arh. INA-Projekt, Zagreb. (NEDOSTUPNO)
135. Biondić, B., Ivičić, D., Braun, K. & Prelogović, E., (1989): Jezero Vrana na otoku Cresu. Hidrogeološki istražni radovi, I. faza. Prilog 3.6. Trasiranje iz Strašne drage. Hrvatski geološki institut, arh. br. 117/91, Zagreb.
136. Haček, M. & Hanich, M., (1980): Hidrogeološki istražni radovi u svrhu određivanja zone sanitarne zaštite za bunare u dolini Dugo Polje – Rovinj. Poglavlje 5. Bojenje na lokalitetu željezničke stanice Rovinjsko Selo, str. 9-12. Fond stru. dok. INA-Projekt, Zagreb.

137. Dukarić, F., (1999): Državna cesta D-40. Odvodnja prometnog čvora Čavle i dionice A-B-G. Hidrogeološki istražni radovi. Poglavlje 5: Ispitivanje upojnosti i podzemnih veza u području trase. Hrvatski geološki institut, arh. br. 106/99, Zagreb.
138. Geotehnički fakultet Varaždin (2008): Održivo korištenje i zaštita vodnih resursa na području Plitvičkih jezera. Završno izvješće. Trasiranja podzemnih voda, str. 25-30, Varaždin.
139. Ipša, D., (1982): Zaštita izvorišta Klokot kod Bihaća. Hidrogeološki istražni radovi, I. faza. Industroprojekt, Zagreb.
140. Matić-Petrović, Ž., (1987): Zaštita izvorišta Klokot, Privilica i Žegar kod Bihaća. Dopunski hidrogeološki i i sanitarno-istražni radovi, V. faza. Industroprojekt, Zagreb.
141. Biondić, R. & Biondić, B., (2007): Hidrogeološka istraživanja na lokaciji uređaja za pročišćavanje otpadnih voda na NP Plitvička jezera i općini Rakovica. Geotehnički fakultet, Varaždin.
142. Terzić, J. & Frangen, T., (2015): Sljev vodocrpilišta Dolac (Muškovci) i Berberov buk u Zadarskoj županiji – Trasiranje podzemnih tokova u neposrednom zaleđu vodozahvata i detaljno hidrogeološko kartiranje zaleđa vodocrpilišta Dolac. Hrvatski geološki institut, arh. br. 40/15, Zagreb.
143. GEOAQUA d.o.o., (2005): Izrada elaborata zona sanitarne zaštite izvorišta Kakma – I. faza. Poglavlje 5: Trasiranje podzemnih voda, str. 33-37, Zagreb.
144. GEO-5 d.o.o., (2013): Elaborat o hidrogeološkim istraživanjima. Mikrozoniranje s trasiranjem istražnog prostora tehničko-građevinskog kamena „Privija“ općina Dugopolje. Poglavlje 6. Trasiranje, str. 14-16. Rovinj.
145. Kapelj, S. & Kapelj, J., (2008): Tehnički izvještaj o provedenom trasiranju ponora u Postinju kod Muća. Geotehnički fakultet sveučilišta u Zagrebu, Varaždin.
146. Kapelj, S. & Kapelj, J., (2012): Izrada elaborata o zonama sanitarne zaštite izvorišta Čikola – usklađivanje elaborata zona sanitarne zaštite izvorišta Čikola s važećim Pravilnikom (Narodne novine, broj 66/11). Poglavlje 3.2. Trasiranje toka podzemne vode iz ponora Drvenjak, str. 14-28, Geotehnički fakultet sveučilišta u Zagrebu, Varaždin.
147. Margeta, J., Bonacci, O, Fistrić, I. & Karaman, A., (2001): Vodozahvat Dol - Elaborat uz zahtjev za izdavanje vodopravne dozvole. Građevinski fakultet Split.
148. EKOTOURS d.o.o., (2016): Izrada i uspostavljanje modela upravljanja potencijalnim zagađivanjem vode na području zona sanitarne zaštite vodovoda Blato. Završni elaborat o obavljenom trasiranju. Rezultati trasiranja podzemne vode u Krtnji Maloj. Zagreb.
149. GEOAQUA d.o.o., (2008): Geološki i hidrogeološki istražni radovi na širem području „Grabovica“ grad Dubrovnik. Poglavlje 5, Trasiranje podzemne vode. Zagreb.
150. GEOAQUA d.o.o., (2016): Radovi trasiranja podzemne vode (mikrozoniranje) na lokaciji odlagališta komunalnog otpada Grabovica – Dubrovnik. Poglavlje 3, Trasiranje podzemne vode sa lokacije Grabovica. Zagreb.
151. GEOAQUA d.o.o., (2013): Dodatna geološka i hidrogeološka istraživanja na lokaciji zahvata Centra za gospodarenje otpadom Dubrovačko-Neretvanske županije „Lučino Razdolje“. Poglavlje 3.4., Trasiranje tokova podzemne vode sa lokacije Lučino Razdolje. Zagreb.
152. GEOAQUA d.o.o., (2016): Vodoistražni radovi mikrozoniranja na lokaciji odlagališta komunalnog otpada Lovornik. Poglavlje 4, Trasiranje podzemne vode sa lokacije Lovornik. Zagreb.
153. Fritz, F., (1990): Izvori Jaruga i Torak. Hidrogeološki istražni radovi za prijedlog zona sanitarne zaštite. Hrvatski geološki institut, arh. br. 43/90, Zagreb.
154. Hrvatski geološki institut, (1991): Trasiranje ponora Čulina mlinica kod Kljaka. Radni materijal.
155. Akvaproyekt d.o.o. (2004): Idejno rješenje dispozicije oborinskih otpadnih voda radnih zona Podi i Krč. Split.

156. Slišković, I., (2001): Izvor Norinske Rijeke. Hidrogeološki istražni radovi za sanitarnu zaštitu crpilišta Prud. Trasiranje podzemnih tokova preko ponora kod kružnog toka u Ljubuškom. Hrvatski geološki institut, arh. br. 59/01, Zagreb.
157. Kapelj, S. & Kapelj, J., (2012): Hidrogeološki istražni radovi za izradu prijedloga zona sanitarne zaštite izvora Jaruga i Torak. Poglavlje 3.3., Trasiranje toka podzemne vode iz jame Gojasovica, str. 13-15. Geotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Varaždin.
158. Akvifer j.d.o.o., (2019): Trasiranje podzemnih voda na eksploatacijskom polju EP „Križice“ u općini Dugopolje. Zagreb.
159. Klanjec, D. & Brajković, Z., (2019): Trasiranje podzemnih voda na eksploatacijskim poljima „Kosa“ i „Busišta 2“ Biljane Donje u slivu crpilišta Zadarskog vodovoda. Akvifer j.d.o.o. & Numulit j.d.o.o., Zagreb, Split.
160. Estavela-Bušenje d.o.o., (2012): Elaborat mikrozoniranja LDC – Dugopolje. Split.
161. GEOAQUA d.o.o., (2007): II. Faza istražnih radova Badovinje rupe. Poglavlje 5, Trasiranje podzemne vode, str. 12-17. Zagreb.
162. Geo-Cad d.o.o. (2008): Geološki i hidrogeološki radovi na širem području „Banjevica“. Poglavlje 6., Trasiranje podzemnih voda, str. 44-54. Zagreb.
163. Geo-Rudus d.o.o., (2007): Proizvodno poslovna zona Bani-sjever. Lokacija prodajno izložbenog autosalona sa servisom na čestici 1914/73 k.o. Dugopolje. Detaljni hidrogeološki istražni radovi za potrebe mikrozoniranja II zone sanitarne zaštite izvora Jadra i Žrnovnice. Poglavlje 4, Trasiranje toka podzemne vode, str. 14-18. Zagreb.
164. Terzić, J., Lukač-Rebarski, J., Frangen, T. & Rubinić, J., (2015): Hidrogeološka i paleolimnološka istraživanja Baćinskih jezera. Knjiga I. Hidrogeološka istraživanja Baćinskih jezera. Poglavlje 5., Trasiranja podzemnih tokova, str 30-46. Hrvatski geološki institut, Zagreb.
165. Frangen, T. & Terzić, J., (2018): Trasiranje podzemnih tokova sa svrhom zaštite izvorišta javne vodoopskrbe šireg biogradskeg područja. Hrvatski geološki institut, arh. br. 11/18, Zagreb.
166. Vujnović, T., (2010): Hidrogeološke značajke Parka prirode „Žumberak-Samoborsko gorje“. Disertacija. Poglavlje 5.3., str. 43-48. Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet.
167. Frangen, T., (2013): Određivanje značajki krškog vodonosnika na području jugozapadnog Žumberka kvantitativnim trasiranjem u različitim hidrološkim uvjetima. Disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet.
168. Ivičić, D., (1995): Odvodnja otpadnih voda Ogulina. Hidrogeološki istražni radovi. Hrvatski geološki institut, arh. br. 76/95, Zagreb.
169. Šarin, A, Miheljić, D. & Singer, D., (1987): Izvještaj o određivanju podzemnog toka od ponora Ogulinske Dobre kod zaseoka Luke. Hrvatski geološki institut, arh. br. 47/87, Zagreb.
170. Estavela d.o.o., (2009): Mikrozoniranje s trasiranjem na području Ciste Velike. Solin.
171. Estavela d.o.o., (2011): Mikrozoniranje s trasiranjem na području istražnih prostora Rubin 1, Bag i Dolačka ljut, Donji Dolac-Grad Omiš. Solin.
172. Kapelj, S., Strelec, S. & Kapelj, J., (2011): Hidrogeološka istraživanja na području gornjeg toka rijeke Čikole – II. Faza. Geotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Varaždin.
173. Kapelj, J. & Kapelj, S., (2007): Jadranska autocesta. Čvor Ploče 1-čvor Ploče 2. Detaljna hidrogeološka istraživanja dijela trase u zaštitnom području crpilišta Modro oko i Klokun. Geo-Rudus d.o.o., Sesvete.
174. GEOAQUA d.o.o., (2017): Elaborat mikrozoniranja. Detaljni vodoistražni radovi s trasiranjem istražnog prostora AG-kamena „Priorice“ – Grad Sinj. Zagreb.
175. GEO INFO d.o.o., (2007): Odlagalište otpada grada Sinja – Mojanka. Hidrogeološka istraživanja. Zagreb.

176. Renić, E. & Buljan, R., (1999): Kamenolom tehničkog građevinskog kamena Kite – Vučje brdo. Hidrogeološko mišljenje o utjecaju eksploatacije kamena na podzemne vode. Hrvatski geološki institut, arh. br. 111/99, Zagreb.
177. Renić, E., Prelogović, E. & Buljan, R., (1998): Kamenolom Klis-Kosa. Hidrogeološki istražni radovi. Mikrozoniranje osnovnih zona sanitarne zaštite izvora Jadra i Žrnovnice. Hrvatski geološki institut, arh. br. 13/98, Zagreb.
178. Rudar d.d., (2002): Elaborat o hidrogeološkom istraživanju zaleđa izvora Pantan za potrebe eksploatacije građevinskog kamena. Mikrozoniranje uz primjenu trasiranja podzemnih tokova. Ev. br. 7/02, Split.
179. Geo-5 d.o.o., (2006): Prijedlog zona sanitarne zaštite za crpilište Dole-općina Povljana. Tekst na stranicama 21-23. Rovinj.
180. Kapelj, J. & Kapelj, S., (2007): Hidrogeološki istražni radovi za lociranje upojnog uređaja iza pročistača otpadnih voda. Mikrozoniranje dijela vodozaštitnog područja crpilišta Butina. Geo-Rudus d.o.o., Sesvete.
181. Estavela d.o.o., (2007): Projekt vodoistražnih radova – mikrozoniranje s trasiranjem na području kamenoloma „Vepreštak“ u Dubravi kod Tisna. Solin.
182. Turner, S., (1955): Tehnički izvještaj o bojenju ponornica na području Imotski-Neretva. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, E-89, Zagreb.
183. Turner, S., (1958): Tehnički izvještaj o bojenju Rastok-Vrgorsko jezero. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, E-146, Zagreb.
184. Turner, S., (1958): Bojenje ponora Čaprazlije u Livanjskom polju. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, E-150, Zagreb.
185. Turner, S., (1961): Bojenje potoka Rečine na ponoru Stara mlinica u Buškom blatu. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, E-262/1, Zagreb.
186. Turner, S., (1961): Tehnički izvještaj o bojenju Sinjskog ponoru u Buškom blatu. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, E-262/2, Zagreb.
187. Turner, S., (1958): Tehnički izvještaj o bojenju vodotoka i ponikva na lijevom obronku Cetine kod Peruče. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, E-175, Zagreb.
188. Turner, S., (1959): Tehnički izvještaj o bojenju potoka Plovuča na Opakom ponoru u Čaiću na Livanjskom polju. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, E-222, Zagreb.
189. Turner, S., (1958): Tehnički izvještaj o bojenju ponora Golubinka jama u Donjem Biteliću. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, E-177, Zagreb.
190. Turner, S., (1958): Tehnički izvještaj o bojenju krške jame Golubinke na platou Bitelića. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, E-179, Zagreb.
191. Turner, S., (1958): Tehnički izvještaj o bojenju Mareline jame na platou Bitelića. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, E-178, Zagreb.
192. Turner, S., (1958): Tehnički izvještaj o bojenju potoka Tovarnice na ponoru Čaprazlije u Livanjskom polju. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, E-176, Zagreb.
193. Pofak, V., (1964): Bojenje vodozahvata u Zatonu kod Šibenika. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za hidrologiju, E-376, Zagreb.
194. Elektroprojekt, (1962): Hidrologija krških polja širjeg sliva Cetine u sjeverozapadnom dijelu Bosne. Svezak 3. Podzemni tokovi. Zagreb.
195. Baučić, I., (1967): Cetina razvoj reljefa i cirkulacije vode u kršu. Radovi Geografskog instituta Sveučilišta u Zagrebu, svezak 6, 1-162. Zagreb.
196. Magdalenić, A., (1971): Hidrogeologija sliva Cetine. Krš Jugoslavije, 7/4, 89-169. Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti. Zagreb.
197. Fritz, F., (1976): Ravni kotari – Bukovica, hidrogeološka studija. Hrvatski geološki institut, arh. br. 112/76, Zagreb.

198. Hidrometeorološki zavod SRH, (1964): Bojenje ponora u Nadinskom blatu kod Vranskog jezera. (NEDOSTUPNO)
199. Komatina, M., (1967): Hidrogeološke odlike delova terena Dalmacije, Zapadne Bosne i Hercegovine. (NEDOSTUPNO)
200. Geotehnika, (1968): Vodoistražni radovi u širem području Zadra. Knjiga I, II, III, IV. Fond stručnih dokumenata Geotehnika, Zagreb. (NEDOSTUPNO)
201. Hidroelektrane na Trebišnjici z.p.: Baza podataka o trasiranju tokova podzemnih voda. Trebinje.
202. Renić, A., (1995): Izveštaj o rezultatima provedenog trasiranja tokova podzemne vode kroz bušotinu O-21. Hrvatski geološki institut, arh. br. 62/95, Zagreb.
203. Renić, A., (1995): Izveštaj o rezultatima provedenog trasiranja tokova podzemne vode kroz bušotinu O-19. Hrvatski geološki institut, arh. br. 32/96, Zagreb.
204. Fritz, F., (1979): Općina Split – Hidrogeološka studija. Hrvatski geološki institut, arh. br. 191/79, Zagreb.
205. Bojanić, L., (1980): Hidrogeološka studija. Područje Aržano-Brela do Metkovića. Hrvatski geološki institut, arh. br. 332/80, Zagreb.
206. Goatti, V., (1991): Hidrogeološki radovi. Zaštitne zone Ston. Hrvatski geološki institut, arh. br. 98/91, Zagreb.
207. GEOAQUA d.o.o., (2006): Izrada projekta namjenskih hidrogeoloških istraživanja mikrozone potencijalnog Centra za gospodarenje otpadom Zadarske županije. Zagreb.
208. GEOAQUA d.o.o., (2007): Trasiranje podzemnog toka vode kao dio projekta namjenskih hidrogeoloških istraživanja mikrozone potencijalnog Centra za gospodarenje otpadom Zadarske županije na lokaciji zapadno od Biljana Donjih. Zagreb.
209. GEOAQUA d.o.o., (2009): Vodoistražni radovi za utvrđivanje prijedloga zona sanitarne zaštite izvorišta javne vodoopskrbe Makarskog primorja. Poglavlje 4.3. Trasiranje tokova podzemne vode, str. 44-48, Zagreb.
210. Kuhta, M. & Brkić, Ž., (2020): Utvrđivanje zone onečišćenja ugljikovodicima desne obale Zrmanje nizvodno od Obrovca. Poglavlja 5-9, str. 21-27. Hrvatski geološki institut, arh. br. 53/20, Zagreb.
211. Renić, A. & Pavičić, A., (1983): HE KRČIĆ, Idejni projekt, Bojenje podzemnih voda u jami Jejinske špilje. Hrvatski geološki institut, arh. br. 4/83, Zagreb.
212. Renić, A., (1988): HE KRČIĆ, Glavni projekt, Bojenje podzemnih voda iz bušotina LG-1 i LG-2. Hrvatski geološki institut, arh. br. 18/88, Zagreb.
213. Kapelj, J. & Pavičić, A., (1984): HE KRČIĆ, Idejni projekt, Bojenje podzemnih voda na bušotini KK-8. Hrvatski geološki institut, arh. br. 169/84, Zagreb.
214. Renić, A., (1984): HE KRČIĆ, Idejni projekt, Bojenje podzemnih voda na ponornoj zoni gornjeg toka Krčića nedaleko bušotine K-3. Hrvatski geološki institut, arh. br. 236/84, Zagreb.
215. Pavičić, A. & Renić, A., (1981): HE KRČIĆ, Idejni projekt, Bojenje bušotine S-3 na Suhom polju. Hrvatski geološki institut, arh. br. 81/81, Zagreb.
216. Bojanić, L. & Batić, V., (1982): Hvarski vodovod. Bojanje bušotina u području Palanda – Vratnik kod Jelse. Hrvatski geološki institut, arh. br. 143/82, Zagreb.
217. Renić, A., (1992): Jurjevića izvor – Studenci. Hidrogeološki istražni radovi za prijedlog zona sanitarne zaštite. Hrvatski geološki institut, arh. br. 73/92, Zagreb.
218. Buljan, R., Renić, A., Pavičić, A., (2001): Izvor Vukovića vrelo. Hidrogeološki istražni radovi za prijedlog zona sanitarne zaštite crpilišta vodovoda. Hrvatski geološki institut, arh. br. 73/01, Zagreb.
219. Buljan, R., Marković, T., Kapelj, S., Pavičić, A., Lukač, J., (2002): Izvor Lopuško vrelo. Hidrogeološki istražni radovi za prijedlog zona sanitarne zaštite crpilišta vodovoda. Hrvatski geološki institut, arh. br. 63/02, Zagreb.

220. Goatti, V., (1995): Hidrogeološka istraživanja u svrhu premještanja izvorišta „Libora“ u Jelsi – otok Hvar. Hrvatski geološki institut, arh. br. 118/95, Zagreb.
221. Pavičić, A. & Terzić, J., (2006): Hidrogeološki i geofizički istraživački radovi za mikrozoniranje Poslovne zone „Bokanjac“ kod Zadra. Hrvatski geološki institut, arh. br. 14/06, Zagreb.
222. Stroj, A., Rubinić, J., Briški, M., Lukač Rebarski, J. & Radišić, M., (2021): Definiranje ekološki prihvatljivog protoka Gacke i Like: Hidrološke i hidrogeološke podloge. Završni izvještaj. Hrvatski geološki institut-Zagreb, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci.
223. Marušić, R. & Ćuruvija, M., (1990): Istraživanje podzemnih vodnih veza Nacionalnog parka Plitvička jezera. Plitvički bilten, 3-4, str. 19-28. Nacionalni park Plitvička jezera.
224. Pavičić, A., Prelogović, E., Biondić, D., Kapelj, S., Hinić, V., (1997): Studija ugroženosti izvorišta rijeke Gacke. Poglavlje 4; Trasiranje podzemne vode, str. 19-25, Hrvatski geološki institut, arh. br. 072/97, Zagreb.
225. Dešković, I., Milenković, V. & Marušić, R., (1981): Značaj, svrha i neki rezultati hidrokemijskih, hidroloških i sanitarnih istraživanja površinskih i podzemnih voda Nacionalnog parka Plitvička jezera. Vodoprivreda, 13, 69-71 (1981/1-3), 7–19, Beograd.
226. Dešković, I., Polšak, A. i suradnici (1976-1984): Izvještaji Republičkom SIZ-u za znanstveni rad i Nacionalnom parku Plitvička jezera o istraživanjima u okviru teme „Hidrogeološka, hidrokemijska i hidrološko-sanitarna istraživanja Nacionalnog parka Plitvička jezera, Fakultet građevinskih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. (NEDOSTUPNO)
227. Polšak, A., (1987): Istraživanje podzemnog toka vode s ponorišta Prijeboj. Poglavlje 6: Bojenje vode na ponorištu Prijeboj 1986. godine, str. 19-24. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Geološko paleontološki zavod.
228. Biondić, B., Ivičić, D. & Viljevac, Ž., (1985): Hidrogeološka istraživanja za idejni projekt akumulacije „VES Lučica“ na Korani. Str. 20-21. Hrvatski geološki institut, arh. br. 189/85, Zagreb.
229. Biondić, B. & Goatti, V., (1980): Hidrogeološka istraživanja izvorišta u Bakarskom zaljevu. Poglavlje 4.3 : Onečišćenje izvora u Bakarskom zaljevu, trasiranje na str. 24-25. Hrvatski geološki institut, arh. br. 7758, Zagreb.
230. Biondić, B., Viljevac, Ž. & Goatti, V., (1991): Odvodnja autoceste Zagreb - Rijeka. Dionica Oštrovica – Vrata. Hrvatski geološki institut, arh. br. 6/91, Zagreb.
231. Dešković, I., R. Marušić, M. Pedišić, L. Sipos & M. Krga (1984): Neki najnoviji rezultati hidrokemijsko-hidroloških istraživanja voda na području Plitvičkih jezera. Vodoprivreda, 88-89 (1984/2-3), 221–227, Beograd.
232. Biondić, B., & Goatti, V., (1977): Industrijska zona Škrljevo – Hreljin. Hidrogeološki radovi. Str. 28-30, Hrvatski geološki institut, arh. br. 6611, Zagreb.
233. Ivičić, D. & Pavičić, A., (1996): Hidrogeološki istražni radovi za prijedlog zona sanitarne zaštite za izvore Klokun i Modro oko. Poglavlje 5: Trasiranje podzemnih voda, str. 15-21, Hrvatski geološki institut, arh. br. 62/96, Zagreb.
234. Turner, S., (1959): Bojenja Vrgorsko jezero – dolina Neretve. Tehnički izvještaj o bojenju potoka Matica Vrgorska na ponoru Staševica u Vrgorskom Jezeru. Broj knjige bojenja 49. Tehnički izvještaj o bojenju Matice Vrgorske na ponoru Crni Vir u Vrgorskom Jezeru. Bojenje br. 48. Fond dok. DHMZ, Zagreb. (NEDOSTUPNO).
235. Kapelj, J. & Terzić, J., (2005): Lokacija kamenoloma tehničkog kamena Obličevac kod Ploča. Izvještaj o provedenom trasiranju toka podzemne vode. Hrvatski geološki institut, arh. br. 20/05, Zagreb.
236. Kuhta, M., Stroj, A. & Frangen, T., (2014): Vulnerability mapping of the Pula coastal aquifer. MedPartnership Project–Management of Coastal Aquifers and Groundwater, UNESCO/Croatian Geological Survey, Zagreb.

237. GEOAQUA d.o.o., (2021): Izrada elaborata mikrozoniranja sa trasiranjem na lokacijama upojnih mjesta (6 upojnih mjesta) u okviru projekta modernizacije pružne dionice „Škrljevo-Rijeka-Jurdani“. Upojne lokacije U-2, U-5 i U-6. Zagreb.
238. GEOAQUA d.o.o., (2021): Izrada elaborata mikrozoniranja sa trasiranjem na lokacijama upojnih mjesta (6 upojnih mjesta) u okviru projekta modernizacije pružne dionice „Škrljevo-Rijeka-Jurdani“. Upojne lokacije U-7 i U-8. Zagreb.
239. GEOAQUA d.o.o., (2021): Detaljni namjenski vodoistražni radovi – mikrozoniranje na lokaciji upojnog mjesta pročišćača otpadnih voda u naselju Plovanija na K.Č. 305/15, K.O. Kaštel. Zagreb.

## **Ostala literatura:**

Bonacci, O. (2000): Određivanje mjesečnih i godišnjih koeficijenata otjecanja na primjeru sliva krškog izvora Gradole. Hrvatske vode, 32, 205-.

GEO-CAD d.o.o. (2010): Izvorište Jadra i Žrnovnice Split, zone sanitarne zaštite, Zagreb.

Hydroexpert (1993): Sliv izvora Gradole u Istri – Zone sanitarne zaštite – Hidrogeološka i hidrološka studija. Zagreb.

Jukić, D. (2003): Određivanje efektivnih oborina u domeni frekvencija. Hrvatske vode, 11/43, 107-118.

Kuhta, M. & Brkić, Ž. (2008): Water Tracing Tests in the Dinaric Karst of Croatia. Integrating Groundwater Science and Human Well-being, Taniguchi, M., Yoshioka, R., Sinner, A., Aureli, A. (ur), Proceedings CD, Toyama, Japan.

Kuhta, M., Brkić, Ž., Larva, O. & Dolić, M., (2015): Sustainable transboundary groundwater resources management between gulfs of Trieste and Kvarner / Održivo upravljanje prekograničnim podzemnim vodama između Tršćanskog i Kvarnerskog zaljeva. Final Report / Završno izvješće. Fond stru. dok. HGI, 045/15, Zagreb.