

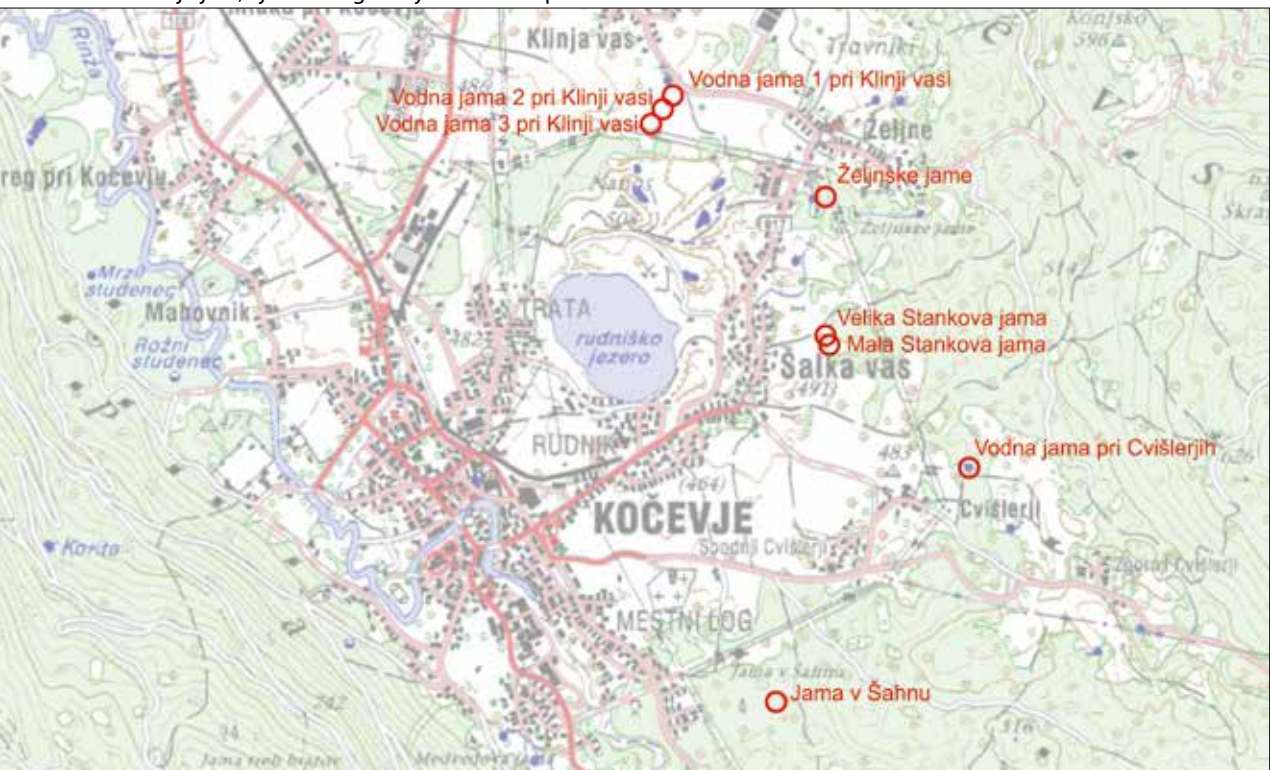
Kakovost podzemnih voda na Kočevskem polju

Dr. Mitja Prelovšek
Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU
mitja.prelovsek@zrc-sazu.si

V okviru projekta *Life Kočevsko* smo, poleg popisa onesnaženosti in čiščenja jam v okviru ocene stanja habitata človeške ribice, izvajali tudi inventarizacijo jamske favne in merili kakovost podzemnih voda na obrobju Kočevskega polja. Zanimajo nas je namreč, v kakšnih razmerah živi človeška ribica, kje so populacije še prisotne, kakšno je zaledje podzemnih voda, poskušali pa smo tudi bolje oceniti onesnaževalce podzemnih voda.

Podzemna voda je na Kočevskem polju razmeroma dobro dostopna. Vzrok je v majhni globini kraške podtalnice, ki sega največ nekaj deset metrov pod površje, zahvaljujoč preteklim jamarskim raziskavam pa imamo tudi večje število vodnih jam. Če temu dodamo še nekaj izvirov, imamo na voljo več deset potencialnih vzorčnih mest. Ker smo bili s številom vzorčnih mest in številom spremljanih parametrov omejeni, smo se osredotočili na Željske jame, Jamo v Šahnu, Vodno jamo 1 pri Klinji vasi, Veliko in Malo Stankovo jamo in Vodno jamo pri Cvišlerjih (glej karto), kot iztoka iz kraškega vodonosnika pa smo spremljali tudi kakovost Radeščice pri Podturnu in Bilpe. Ker je v nekaterih jamah več podzemnih tokov, smo občasno meritve opravljali tudi na slednjih, hkrati pa smo zaradi primerjav izvajali meritve še pri Remihovem

Lokacije jam, kjer smo ugotavljali kakovost podzemnih voda.



mlinu, Vodni jami 3 pri Klinji vasi, požiralniku Rinže tik pod čistilno napravo Kočevje in Obrh kot pritoku Radeščice. Na terenu smo ocenili vodostaj in pretok, merili pa temperaturo vode, pH, elektroprevodnost in vsebnost ter nasičenost s kisikom. V laboratoriju smo določali koncentracijo ionov kalcija, magnezija, hidrogenkarbonata, nitrata, fosfata, sulfata in klorida. Iz podatkov smo računali predvsem nasičenost vode glede na kalcit (agresivnost) in koncentracijo CO₂ v vodi. Ta nabor parametrov nam je omogočal grobo opredelitev vodozbirnega zaledja, tip vode (površinska/ponorniška, podzemna), splošno sliko obremenjenosti in potencialen vir onesnaževanja. Meritve smo izvajali štirikrat letno med aprilom 2015 in januarjem 2016. Poleg tega smo v Vodni jami 1 pri Klinji vasi in v Jami v Šahnu opravljali zvezne meritve vodostaja, temperature vode in elektroprevodnosti z avtomatskim registratorjem, ki nam je meritve opravil vsakih 15 minut. Na ta način smo dobili zvezen vpogled v stanje podzemne vode.

Vodna jama 3 pri Klinji vasi – kakovost vode, ki odraža naravno ozadje

Med vsemi obravnavanimi jamami smo v Vodni jami 3 pri Klinji vasi zabeležili da-leč najboljšo kakovost vode, ki se kljub legi sredi Kočevskega polja zaradi ekstenzivne rabe na vodozbirnem območju kosa celo s tisto iz Rožnega studenca pri Kočevju. Obe mesti sta nam predstavljali približne vrednosti naravnega ozadja, saj lahko na obeh mestih izključimo bistven človekov vpliv:

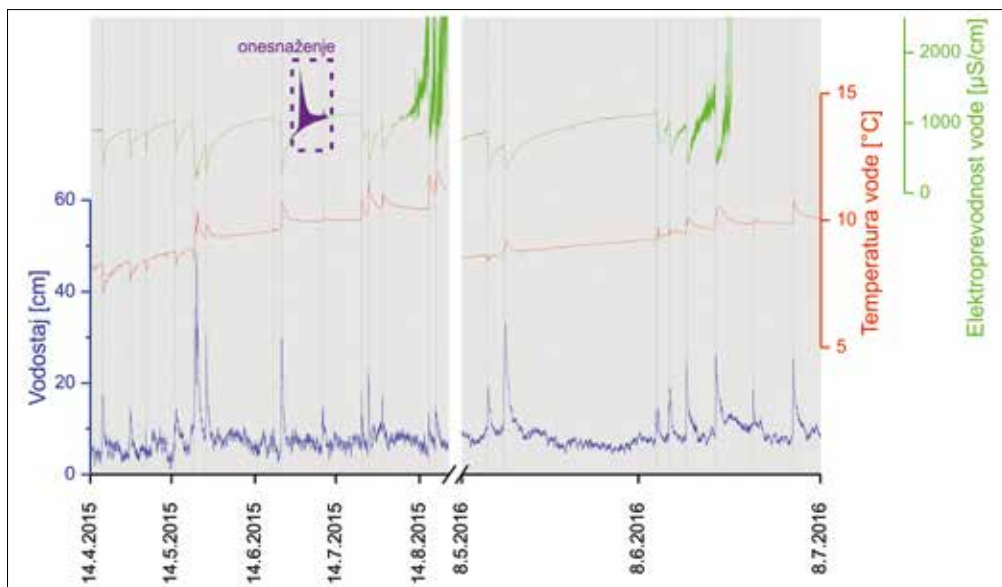
- nitrati: do 4 mg/L,
- kloridi: do 2 mg/L,
- fosfati: do 0,1 mg/L,
- sulfati: do 4 mg/L,
- nasičenost s kisikom v vodi: večinoma nad 90 %, izjemoma med 80–90 %.

Vodna jama 1 pri Klinji vasi in Jama v Šahnu – stanje nekdanj izjemnih nahajališč človeške ribice

Iz obeh jam imamo zapise iz 60. let 20. stoletja o izjemnih koncentracijah človeških ribic. Pretner v letu 1964 za Jamo v Šahnu omenja, da *»je v plitki vodi kar mrgolelo človeških ribic. Ujeli smo cirka 50 primerkov, ujeli bi jih pa z lahkoto 100 ali še več. Iz neke luknje v koritu so prihajali ven kar eden za drugim! Nobeden od nas ni videl doslej kaj takega«*. Le štiri leta zatem je skupina kočevskih jamarjev (Mramor, 1968) ugotovila, da *»je voda močno onesnažena z gnojnico. Na sipinah smo našli 10 človeških ribic, ki niso kazale znakov življenja. Vse ribice smo kljub temu pobrali ter jih v čeladah odnesli v Kočevje, kjer smo jih dali pod tekočo vodo. Po določenem času so zopet oživele ...«*. Ker so bile na kopnem, predvidevamo, da v vodi ni bilo dovolj kisika, čeprav je do tega človeška ribica izjemno tolerantna (Istenič, 1971, 1979). Ta razlaga se ujema z opažanji biologa Velkavrha, ki je leta 1973 obiskal jamo in ugotovil, da *»v jami ni nobenega živega bitja več. Voda je povsem brez kisika, v njej pa eksistirajo neke bakterije, ki izločajo žveplene produkte«* (Belšak, 1973). Ob najmanj osmih obiskih jame nismo nikoli opazili človeških ribic, kar kaže, da je populacija s tega območja povsem izginila ali pa je kakovost vode preslaba, da bi se vanjo vrnila. Kot ključen sedanji problem ugotavljamo

nizko nasičenost s kisikom, ki v povprečju ne dosega 50 %, izmerili pa smo tudi nasičenost okoli 20 % (1,83 mg/L), ko se vodonosnik spira po intenzivnejših padavinah. Ob slednji koncentraciji kisika v vodi je dokazano, da je pod kritično (2,9 mg/L pri 10 °C; Bulog, 1994) oz. ustvarja tako zaostrene pogoje za dihanje pod vodo, da pričnejo človeške ribice prehajati iz vode na kopno in dihati s pljuči. Nizka koncentracija kisika v vodi je verjetno posledica preobremenjenosti vode z organskimi snovmi, ki pri razpadu porabljajo v vodi kisik, hkrati pa tudi naravnih dejavnikov (nižje naravno ozadje in težko prehajanje svežega kisika v vodo zaradi nizkega gradienta v plitvem krasu). Kakovost vode se je v Jami v Šahnu izkazala vseskozi slabša kot v Rinži, od koder del vode dokazano priteka (Novak, 1974), na kar vpliva v največji meri kmetijstvo med Šalko vasjo in kočevskim pokopališčem, dodatno pa lahko tudi slabo urejeno čiščenje odpadne komunalne vode v Spodnjih Cvišlerjih. S tega območja se namreč podzemni Rinži pridružijo dodatni vodni tokovi. Spremljana onesnaževala sicer presegajo naravno ozadje (nitrati do 12,7 mg/L, kloridi do 21,4 mg/L, fosfati do 2,14 mg/L), kar kaže na s strani človeka obremenjeno vodo, niso pa verjetno kritična za preživetje proteusa. Problematici so dotoki s kmetijskih območij, ki po grobem izračunu zlasti z vidika nasičenosti s kisikom (blizu 0 %) in nitratov (32 mg/L) ne predstavljajo več habitata človeške ribice. Zaskrbljujoče je, da je zaloga onesnaževal v zaledju izjemno visoka, saj ob povišanem pretoku nismo ugotovili bistvene razredčitve, fosfati so celo narasli za nekaj velikostnih razredov.

Vodna jama 1 pri Klinji vasi verjetno predstavlja zadnji dostop do podzemne vode od Vodne jame 3 preko Vodne jame 2 pri Klinji vasi, ni bil pa ta domnevni tok (Novak, 1974) nikoli dokazan. Med »dvojko« in »enko« pritečejo vode iz jalovišča, saj se koncentracija sulfatov vzdigne do 242 mg/L, kar je v času študije najvišja zabeležena koncentracija. Podobno kot v Jami v Šahnu so jamarji tudi tu opazali izjemno gostoto človeških ribic in sklepni sifon zaradi njih celo poimenovali kot »*Proteus-Teich*«. Krčenje populacije se je pričelo v 50. in 60. letih 20. stoletja (Sket, 1959; Kranjc, 1962; Novak, 1965a in 1965b) s širjenjem jalovišča rudnika premoga, ki dokazano leži v vodozbornem zaledju, dokončen propad populacije pa datira verjetno v konec 70. let 20. stoletja, ko je bila v jamo speljana gnojnica iz bližnje prašičje farme. Kranjc (1981) omenja, da je 5 L/s gnojnice »močno smrdelo najmanj 1 km od jamskega vhoda«. Čeprav je bil dotok gnojnice v jamo preko cevi v začetku 90. letih 20. stoletja ukinjen, se človeška ribica do sedaj v jamo ni vrnila. Če to ocenjujemo po kakovosti vode, je to po svoje presenetljivo, saj koncentracije onesnaževal (nitrati do 17,4 mg/L, kloridi do 14,3 mg/L, fosfati do 0,6 mg/L) in nasičenost s kisikom (nad 71 %) niso zelo kritične, je pa vsaj z vidika nitratov habitat preobremenjen. Žal občasno vzorčenje, če le ni splet srečnega naključja, ne pokaže občasne hude onesnaženosti vode z gnojevko, ki teče skozi jamo nekaj dni v letu. Onesnaževanje smo najprej zaznali z zveznim merjenjem elektroprevodnosti vode (kot približkom raztopljenih snovi, torej tudi onesnaževal, v vodi; glej graf na sosednji strani), pozneje pa še vizualno. Dejstvo je, da v tako onesnaženi vodi (zgolj za občutek – vidljivost takrat ne dosega 2 cm, smrad pa je neznošen za vstop v jamo) človeška ribica ne more preživeti in je zato tudi ob ugodnejši kakovosti vode nismo nikoli opazili. Vprašanje je, ali je populacija sploh preživela in ali je rekolonizacija (vrnitev) zaradi velikega gradienta proti Kočevskemu rogu sploh mogoča.

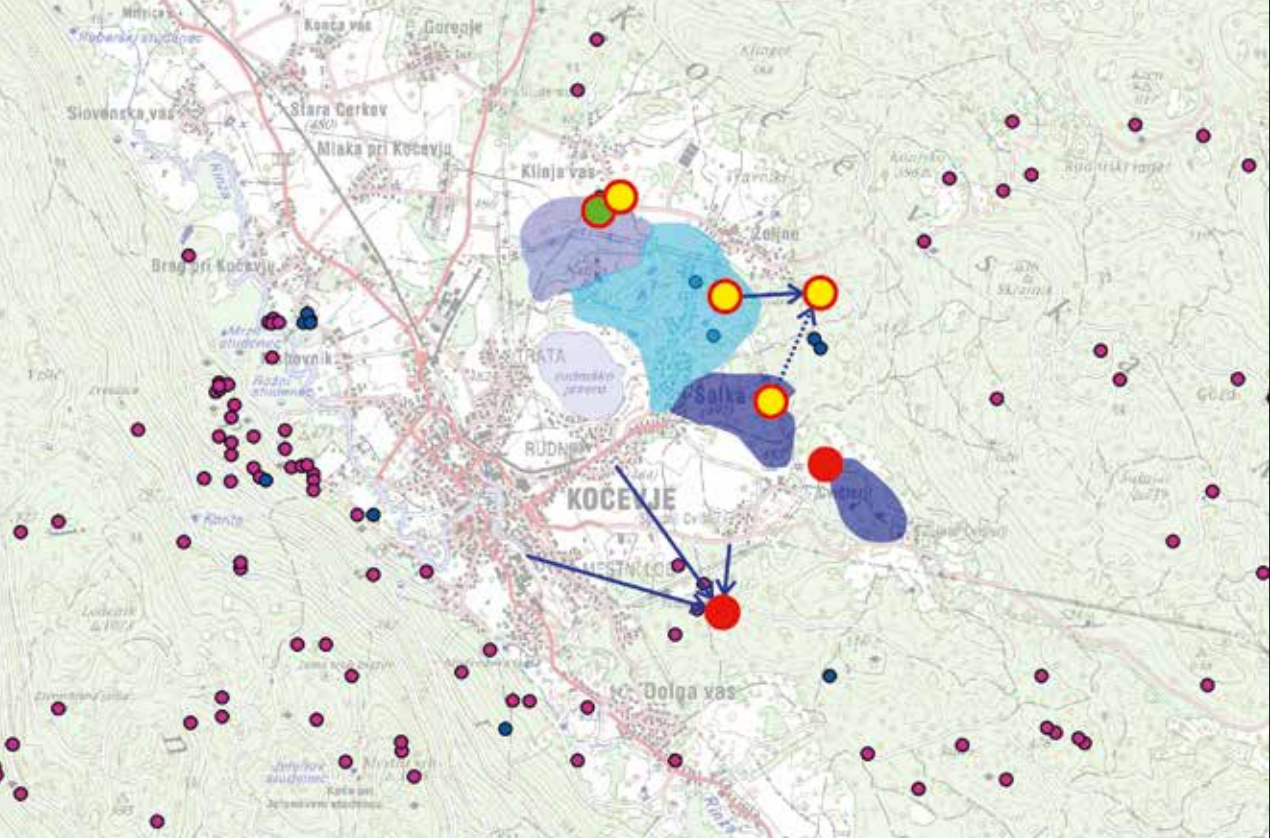


Zvezno spremljanje treh parametrov pokaže občasno točkovno onesnaženje, ki traja nekaj dni. Močno nihanje elektroprevodnosti konec merilnega obdobja je posledica okvare senzorja.

Druge jame – po kakovosti nekaj vmes, z izjemo Vodne jame pri Cvišlerjih, ki (zopet) meče slabo luč na industrijsko kmetijstvo

Vodna jama pri Cvišlerjih je izvzeta iz prejšnjega poglavja, saj človeška ribica v njej ni bila nikoli evidentirana (kljub temu jama ni ekološko nepomembna). Vodozbirno območje leži večinoma na pašnih površinah jugovzhodno od vhoda v jamo do Zgornjih Cvišlerjev. Podobno kot v Vodni jami 1 pri Klinji vasi tudi tu sledimo občasnemu toku gnojevke oz. gnojnice, kakovost vode pa je še precej slabša (nitrati do 22,3 mg/L, kloridi do 21,9 mg/L, fosfati do 2,9 mg/L). Nasičenost s kisikom v vodi (podobno kot v Vodni jami 1 pri Klinji vasi) nikoli ni bila problematična (nad 79 %), najverjetneje zaradi kaskad v vodnem rovu, kjer se poraba zaradi razkroja organske snovi nadomešča s kisikom v zraku. Ker nas je zanimalo, kakšna je kakovost podzemnih voda sredi kmetijskega območja, smo 19. decembra 2016 mimogrede vzorčili še Bližnji in Daljni studenec vzhodno od Klinje vasi in potrdili znaten vpliv kmetijstva na kakovost kraških podzemnih voda (nitrati 17 oz. 31 mg/L, kloridi 20,0 oz. 19,1 mg/L, fosfati do 1,1 oz. 1,0 mg/L in nasičenost s kisikom 73 oz. 71 %).

Željske jame (vodni tok v Veliki dvorani) so se izkazale za presenetljivo čiste (nitrati do 8,2 mg/L, kloridi do 10,8 mg/L, fosfati do 0,3 mg/L), kar kaže na vsaj Željskim jamam ustrezno rešen problem odvajanja komunalnih odpadnih voda. Še vedno se pojavlja problem kočevskega rudnika, a ne v obliki premogovega prahu, temveč kot izjemna poraba kisika pri oksidaciji sulfida v sulfate, ki jih je v vodi zelo veliko (do 283 mg/L) – pri tem pade nasičenost s kisikom do 60 %, nikoli pa nismo zabeležili večjo od 78 %.



Ugotovljena običajna kakovost podzemne vode (rdeča – slaba, rumena – srednje, zelena – dobro). Modre puščice nakazujejo tok vode, ploskve modrih odtenkov pa ocenjena vodozbirna območja. Pike (vijolične – suhe, modre – vodne) predstavljajo registrirane jame.

Voda iz Željskih jam najverjetneje odteka proti Remihovemu mlinu, ali pa ima ta ravno tako dotok z območja jalovišča, saj je koncentracija sulfatov tam tudi močno povišana (do 172 mg/L). Na podzemnem toku se nasičenost s kisikom izboljša (nad 94 %), kakovost vode pa se vsaj z vidika nitratov (do 13,4 mg/L) poslabša. Lokacija je zanimiva, saj območje na debelo prekriva premogov prah, ki se je odložil iz vode in kar težko si je predstavljati, da bi človeška ribica v takih razmerah lahko preživela. Tamkajšnja množičnost populacije človeške ribice kaže, da je vsaj del populacije preživel in se sedaj, ko so pogoji za življenje ustrezni, vrnil.

Zlasti Velika Stankova jama kaže večjo kompleksnost, saj vanjo priteka tako voda iz Male Stankove jame kot tudi iz smeri Šalke vasi. Slednji dotok identificiramo predvsem zaradi visoke vsebnosti sulfatov (do 103 mg/L), je pa jasno, da je prisotnih še več dotokov (in odtokov). Generalno ugotavljamo, da je kakovost vode, če jo ocenjujemo po tisti, ki priteče iz smeri Male Stankove jame (nitrati do 15,6 mg/L, kloridi do 16,8 mg/L, fosfati do 0,5 mg/L), zaradi delno gozdnatega in pašniškega zaledja kratkoročno za človeško ribico še ugodna, saj v njej sledimo večjo populacijo. V vodozbirnem območju je prisotnih več vikendov (domačini jim pravijo »ranči«), ki sicer pozitivno vplivajo na odprto pašniško kulturno krajino, lahko pa z enim izlitjem nevarnih snovi za več desetletij kategorično spremenijo ekološko stanje podzemlja. To je sicer splošna težava hidrološko gledano višje ležečih povirnih delov kraškega vodonosnika, kjer je razredčevanje zelo omejeno, ekološke posledice pa so s tem najhujše.

Bilpa in Radeščica – dva velika regionalna izvira, do koder se voda dodobra razredči

S Kočevskega polja se voda steka v porečje Kolpe in Krke, torej večinoma proti Bilpi in Radeščici (z Obrhom). Na podzemni poti teče pod obsežnimi gozdovi, kjer je onesnaženost praktično nična, s tem pa je razredčenje tako učinkovito, da je kakovost vode znatno boljša in manj dovzetna za kritično onesnaženje. Vsaj z našimi raziskavami tako ugotavljamo razmeroma ugodno stanje Bilpe (nitrati do 8,3 mg/L, kloridi do 16,2 mg/L, fosfati do 0,2 mg/L, nasičenost s kisikom nad 97 %) in Radeščice (nitrati do 6,5 mg/L, kloridi do 6,8 mg/L, fosfati do 0,1 mg/L, nasičenost s kisikom nad 89 %), vendar oba izvira kažeta na obremenjevanje v hidrološkem zaledju.

VIRI IN LITERATURA

- BELŠAK, V., 1973. Dopolnilni zapisnik (Jama v Šahnu). Arhiv katastra jam na IZRK.
- BULOG, B., 1994. Dve desetletji funkcionalno-morfoloških raziskav pri močerilu. *Acta carsologica* 23: 248–263.
- ISTENIČ, L., 1971. Izhodišče za reševanje ekološke problematike človeške ribice (*Proteus anguinus* Laur.). *Biološki vestnik* 19: 125–130.
- ISTENIČ, L., 1979. Pomanjkanje kisika v Putickovem jezeru Planinske jame. *Acta carsologica* 8: 331–352.
- KRANJC, A., 1962. Zapisnik ogleda Vodne jame 1 pri Klinji vasi 14. novembra 1962. Arhiv katastra jam na IZRK.
- KRANJC, A., 1981. Zapisnik ogleda Vodne jame 1 pri Klinji vasi 29. septembra 1981. Arhiv katastra jam na IZRK.
- MRAMOR, I., 1968. Načrt in zapisnik ogleda Jame v Šahnu 6. julija 1968. Arhiv katastra jam na IZRK.
- NOVAK, D., 1965a. Zapisnik ogleda Vodne jame 1 pri Klinji vasi 10. novembra 1965. Arhiv katastra jam na IZRK.
- NOVAK, D., 1965b. Zapisnik ogleda Vodne jame 1 pri Klinji vasi 22. oktobra 1965. Arhiv katastra jam na IZRK.
- NOVAK, D., 1974. Nekaj o vodnih razmerah na Kočevskem polju. *Acta carsologica* 6: 367–394.
- PRETNER, E., 1964. Zapisnik ogleda Jame v Šahnu 4. februarja 1964. Arhiv katastra jam na IZRK.
- SKET, B., 1959. Zapisnik ogleda Vodne jame 1 pri Klinji vasi 1. marca 1959. Arhiv katastra jam na IZRK.