

POSLEDICE IZLITJA NAFTE PRI KOZINI

Martin Knez*, Andrej Kranjc**, Bojan Otoničar***, Tadej Slabe****, Suzana Svetličič*****

UDK 614.7 : 628.5

Dne 8. oktobra 1993 se je na magistralni cesti Razdrto–Koper, kilometer pred Kozino, prevrnila cisterna s priklopnikom in izlilo se je 18 ton nafte in kurilnega olja. Skušali smo ugotoviti posledice izlitja. Zbrali smo vzorce vode v izviri v Boljuncu, Osapske reke ter prenikajoče vode na dnu Velike Kozinske jame in Jame pri Cikovi ogradi. V vodi iz Jame pri Cikovi ogradi je bilo 0,469 mg/l mineralnih olj. Mejno koncentracijo, dovoljeno za pitno vodo, sta preseгла tudi vzorca iz Velike Kozinske jame in Osapske reke. Predvidevamo, da je onesnaženje vode v jamah posledica spiranja mineralnih olj z z bližnje železnice in ceste. Odpira se torej nov pereč problem onesnaženja krasa in kraških voda.

Dne 8. oktobra ob 6 uri in 31 minut se je na magistralni cesti Razdrto–Koper, kilometer pred Kozino (slika 1), prevrnila cisterna s priklopnikom in izlilo se je 18 ton nafte in kurilnega olja.

Nafta se je razlila na manjšo uravnano pod dva metra visokim nasipom, ki se nadaljuje v strmo pobočje vrtače, v kateri

je njiva (slika 2, 2 a). Tla so prekrita z organskim drobirjem in z malo prepere-line. Pod travnato rušo je matična kamnina – zakraseli apnenec. Površje porašča trava, grmovje in manjše drevje (bor, dren).

Večina olja je zelo hitro stekla v tla in prenikala v kraško notranjost tik pod

cestnim nasipom. Sledovi so kazali, da je olje deloma prenikalo tudi po pobočju vrtače navzdol, med skalo in rastlinskim pokrovom. Sledi nafte smo našli tudi nad dnom vrtače. Požiralnost smo ocenili na okoli 15 l/s.

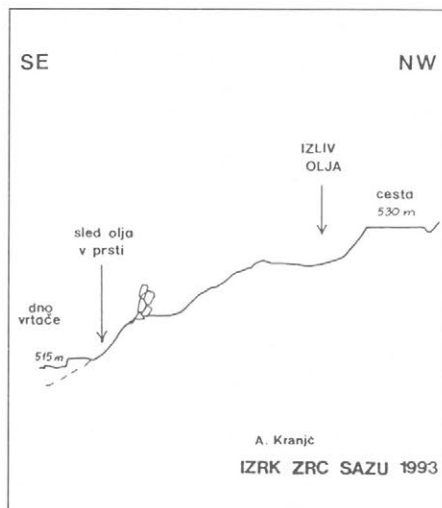
Mesto izlitja nafte je na SZ robu Matarskega podolja. Podzemeljske vodne zveze med ponori v vznožju Brkinov in izviri v Rižani, Ospu ter Kvarnerskemu zalivu so že poznane (10), ni pa točnih podatkov, kam se raztekajo podzemeljske vode pod SZ obrobjem podolja (slika 3).

Skušali smo oceniti posledice izlitja v krasu, predvsem v kraški vodi. Zajemali smo vzorce vode na izviri v Ospu, Boljuncu in v bližnjih jamah. Analizo mineralnih olj v vodi so naredili v kemijskem laboratoriju Hidrometeorološkega zavoda Republike Slovenije. Analizo voda Rižane pa v Zavodu za zdravstveno varstvo v Kopru. Okolico razlitja nafte, tako na površju kot v jamah, smo natančno geološko kartirali. Izmerili smo Veliko Kozinsko jamo in narisali načrt za potrebe vzorčevanja.



Slika 1. Lokacija izlitja nafte.

Figure 1. Surveying map with location of the spill.



Slika 2. Prikaz izlitja nafte.

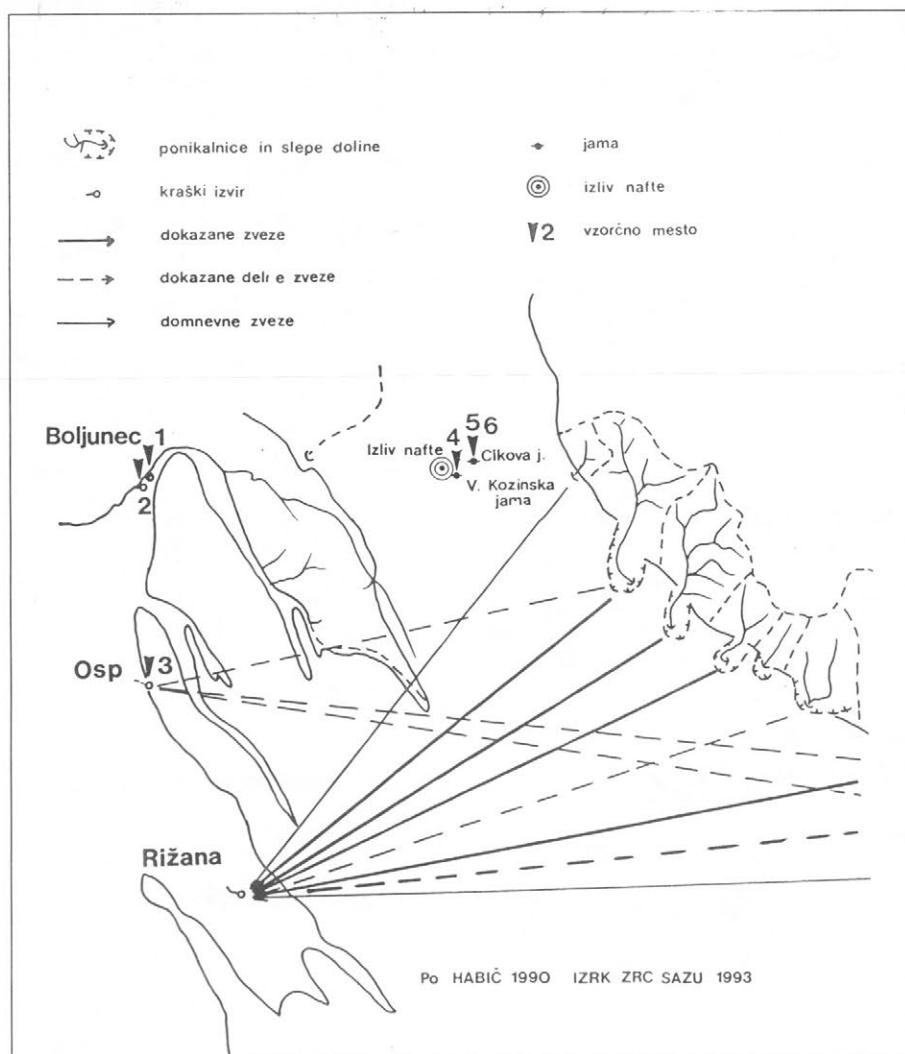
Figure 2. Oil spill in the Karst region.

* Mag., Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Titov trg 2, Postojna,
 , ** Dr., Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Titov trg 2, Postojna,
 , ** Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Titov trg 2, Postojna.



Slika 2a. Izlitište nafte.

Figure 2a. Oil spill.



Slika 3. Podzemeljske vodne zveze.

Figure 3. Groundwater interconnections between Boljunec, Osp and the Rižana river in the Karst region.

Geološke razmere

Regionalni pregled

Na Osnovni geološki karti je mesto izlitišta (slika 4) na listu Trst (11) na SZ robu tektonske enote imenovane antiklinalna struktura Čičarije (12), blizu meje s tektonsko enoto Brkinski tercijar oziroma Tržaško-komenska planota (14).

V bližnji okolici izlitišta lahko sledimo nekaj pomembnejšim prelomom, naravnim strukturam in antiklinalam dinarske smeri ter številnim pojavom boksita in ležišč premoga (6).

Litostratigrafske lastnosti kamnin

Na ožjem območju izlitišta nafte najdemo turonjske in senonijske apnenice (zgornji del zgornje krede), plasti liburnijske formacije (vremeske plasti – maastrichtij, kozinske plasti – danij, miliolidne apnenice – thanetij), alveolinsko-numulitne apnenice ilirdijske (eocen) starosti ter eocenski fliš. Izlitište se je zgodilo na območju miliolidnih apnenec.

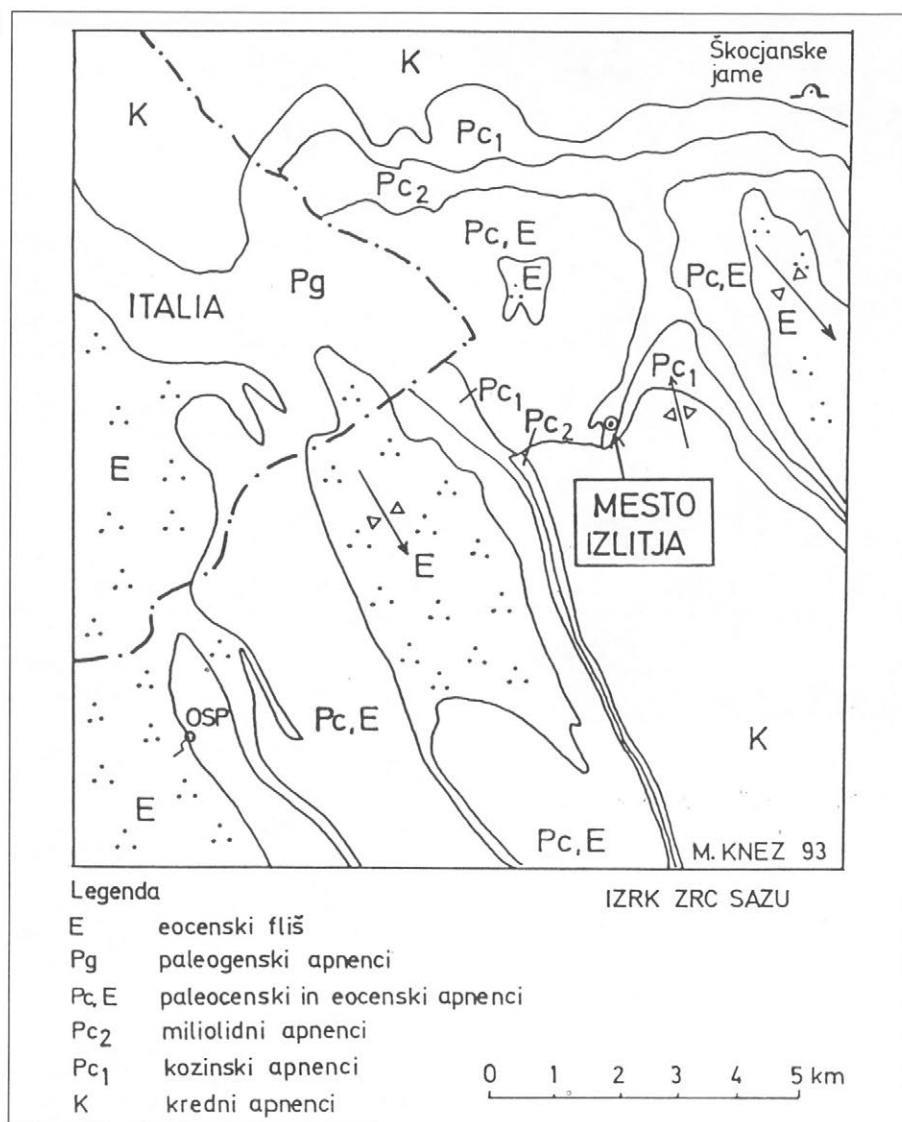
Apnenici obeh stopenj so precej kompaktni. Porozne so samo breče senonijske stopnje. Razpokanost apnenec je sorazmerno močna, zato so se v njih razvili številni kraški pojavi. Gostota jam na km² je 2,18 v turoniju in 2,42 v senoniju, za razliko od danijskih, kjer je omenjeni faktor 0,71. V apnencih turonjske in senonijske stopnje so največji kraški objekti. Površinsko preperevanje je intenzivno. Zaradi zakrasedevanja površja in sorazmerno revnega preperinskega preostanka, ki ga vode naglo izpirajo, je površje večinoma skalnato, brez humusnega in rastlinskega pokrova.

Maastrichtijske vremeske plasti sestavljajo predvsem temni drobnoplastnati, ponekod močno bituminozni apnenici, redkeje laporni apnenici in premogovi skrilavci ter vložki premoga. Med omenjenimi plastmi so najverjetneje tudi singenetske breče.

Danijske kozinske plasti so srednji del liburnijske formacije in vsebujejo črni premog. Medtem ko leže vremeske plasti mestoma diskordantno na zgornjekrednem rudistnem apnencu, takšnih diskordanc niso našli med vremskimi in kozinskimi plastmi.

Kozinske plasti so v spodnjem delu razvite kot brečasti apnenici s posameznimi fosilnimi ostanki in kot siv apnenec s sladkovodnimi polži. Nad temi plastmi leži siv, deloma brečast in bituminozen apnenec.

Nad kozinskimi plastmi ležijo thanetijski miliolidni apnenici. Na površini teh apnenec, ki so le deloma pokriti s tanko prevleko preperine, se je izlila nafta. Ti apnenici so navadno temnosivi in po svoji



Slika 4. Poenostavljena geološka skica okolice izlitja.

Figure 4. Simplified geological survey map with the surroundings of the oil spill. (M. Knez, 1993).

strukture podobni zgornjemu delu kozinskih apnencev. Za ves horizont je značilna enakomerna debelina skladov. Nenadnih sprememb v litološkem pogledu ni in tudi cikličnih ponavljaj plast ni opaziti. Apnenci so tankoplastni. Proti eroziji in površinskemu zakrasevanju kažejo podobno odpornost kot kozinski apnenci, vendar so že nekoliko bolj zakraseli. Na njih je malo humusa.

Miliolidni apnenci so določeni v glavnem po svoji legi med kozinskimi in alveolinsko-numulitnimi apnenci. Pomembno je omeniti, da med njimi ležijo povsem konkordantno.

Poroznost in propustnost miliolidnih apnencev sta bili merjeni (12). Poroznost po omenjenih podatkih znaša okoli 5 %, prepustnost pa od 1,7 do 5,1 mD.

Ilerdijski alveolinsko-numulitni apnenci so v glavnem rjavkasti, temnosivi in le tu in tam svetleje sivi z nepravilno krojivijo. Preperevajo ploščasto opekasto ali pa se lomijo v grušč. Ponekod so trdnješi in tvorijo kraška tla. Skladnatost je dobra do

slaba. Litološki značaj alveolinsko-numulitnih apnencev je podoben kot pri miliolidnih.

V bližini izlitja se v dinarski smeri, to je JV-SZ, vlečeta dve flišni sinklinali: Oci-zeljski fliš in Brkinski flišni bazen. Severno od izlitja nafte je flišni bazen pri Gradišču.

Hidrološke značilnosti SZ dela Matarskega podolja

Sledenja podzemskih voda (9, 10) so dokazala, da odteka potoki in podzemne vode izpod Brkinov pod Matarskim podoljem v izvire Osapske reke, Rižane, Bračane in Mirne ter v obmorske kraške izvire v Kvarnerskem zalivu pri Opatiji

(slika 3). Izviri v Ospu so preliv visokih voda Rižane. Z območja kraska SZ od Kozine vode odteka proti izviru Timava. Domnevno se tudi del globinskih kraških voda iz Matarskega podolja preliva v Timav. Odprta je torej tudi možnost podzemnega odtekanja voda v vodonosnik Krasa. Najti pa je tudi podatke, da se je sledilo, izlito v Škocjanskih jamah, pojavilo v izviri pri Boljuncu (2, str. 58), torej v podzemskih tokovih, ki prečijo ta del kraska v smeri SV-JZ. Vode, ki se zbirajo JZ od Kozine, spadajo k povirju potoka Glinščice, dokazana pa je bila tudi podzemna vodna povezava med Beško-Oci-zeljskimi ponori in izviri v Boljuncu. Možno je, da se vode iz vodonosnika razlivajo k več izviri hkrati, tudi v vodonosnik Krasa, in da ob različnih hidroloških stanjih odteka proti različnim izviri. Domneve bi bilo zelo koristno dopolniti s sledenjem voda, saj na prostoru izlitja nafte takšnega poskusa še ni bilo. O obsežnem in zapletenem kraškem sistemu Matarskega podolja poročajo tudi avtorji poskusa sledenja podzemskih voda (10), ki ugotavljajo majhne količine povrnjenih sledil. Območje izlitja nafte po mnenju istih raziskovalcev spada v 4. varstveno območje za zaščito kakovosti vode izvira Rižane. To je območje z blagim režimom. Zanj tudi ni mogoče z gotovostjo dokazati pripadnosti izviri Rižane.

Ugotovili smo, da je za vzorčenje predvideni izvir Vardela (15), na zahodnem obrobju Trsta le izvir drenažne vode, ki priteče iz umetnih jarkov v flišu. Torej so podatki o sledenju vode z barvanjem napačni.

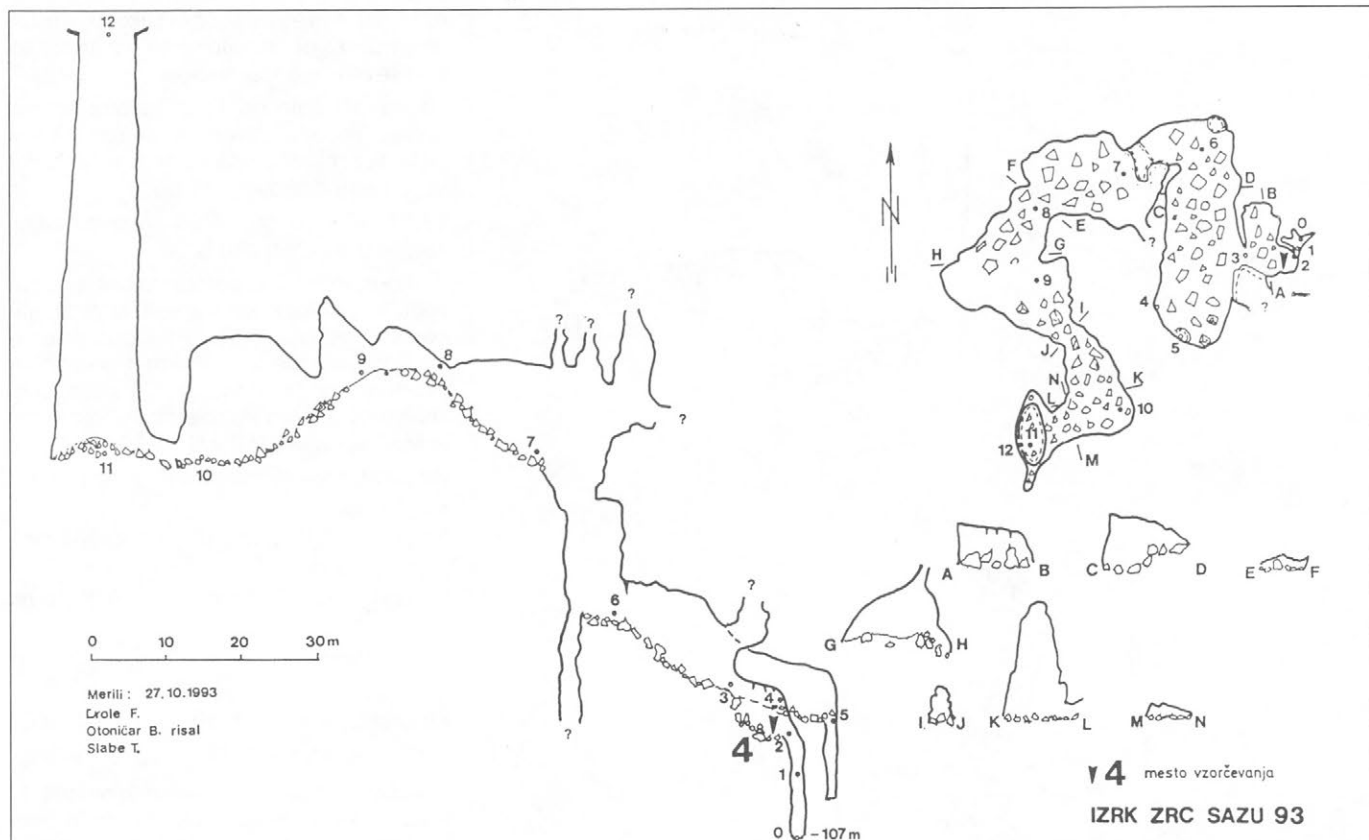
Podzemne vode so globoko pod površjem. Kozinska jama v bližini, ki je globoka 107 m, doseže z dnom nadmorsko višino 373 m, Jazbina v Rovnah v Matarskem podolju pa sega na nadmorsko višino 350 m. Padavinske vode prenikajo do vodnih tokov. Takšna je bila tudi pot nafte. Do izvirov v Rižani je 11 km zračne razdalje, do izvirov Timava pa 34 km. Ob upoštevanju navideznih hitrosti podzemskih tokov (0,2-3 cm/s) bi se olje, če bi potovalo z enako hitrostjo kot voda, lahko pojavilo v navedenih izviri v času od 2,3 do 66 dni po izlitju. Vzorci voda so bili vzeti ob izjemno visokem vodnem stanju.

Speleološke značilnosti

Velika Kozinska jama

Vhod se nahaja na listu Kozina (TTN - 1 : 5000), na koordinatah: y - 5 418 460, x - 5 052 650, z - 480. Poligonska dolžina rovov je 214 m, globina pa 107 m.

Stari načrt jame (1, str. 308) ni točen in primeren za delo, zato smo jamo ponovno izmerili in narisali novega.



Slika 5. Velika Kozinska jama.

Figure 5. The Great Kozina cave.

Vhod v jamo se nahaja v razpoklinski oz. porušeni coni, ki poteka v smeri S-J. Z daljšo, 8 metrov dolgo osjo je orientiran v podobni smeri, širina pa znaša 3 m. Vpad plasti je v okolici jame zaradi razpokanosti in porušnosti kamnine težko določljiv, vendar znaša približno 335/15. Vhod se nahaja v zgornje krednem ($K_{2,3}^2$) sivem in temno sivem apnencu z radioliti.

Jama se začne s 56 m globokim breznom, ki je razpotegnjeno v enaki smeri kot vhod. Tu je zgoraj opisana prelomna cona zelo dobro vidna. Izrazite so tudi nekatere lezike z vpadom 330/20. Na dnu brezna je podorni stožec, po katerem se proti vzhodu spustimo skozi 1,7 m visok prehod v podorno dvorano, dolgo 17 m, široko 8 m in visoko 15 m (t. 10). Daljša os dvorane poteka v smeri SZ-JV. Tudi prelomna cona ima smer 330-150. Vpad plasti je tu 335/20. Nadaljujemo po gruščnatem (tudi večji podorni bloki) pobočju z naklonom 40°, skozi 4,5 m visok in 3 m širok prehod v naslednjo dvorano. V njej doseže podorni stožec vrh, pobočje in jama pa se obrneta v smer JZ-SV (t. 9, 8). V tej dvorani je lepo vidna prelomna ploskev z vpadom 20/60. Po podornih blokih se nato, skozi 1,5 m visok prehod spustimo v naslednjo dvorano. Ta se v spodnjem delu prevesi v strmo stopnjo (t. 7). Bloki in tudi stene so v tem delu zasigani (siga je temno rdečkasto rjava, redki so beli kapniki). V stropu se odpirajo trije kamini, ki jim nismo mogli določiti višine. Proti JV je v steni odprtina do katere pa nismo prišli, vendar predlagamo, zaradi možnega na-

daljevanja, pregled tudi tega dela. Prek približno 20 m visoke zasigane stopnje se spustimo v podorno dvorano (t. 6). Dvorana se spuša pod kotom 300 od S proti J. Dolga je 38 m, široka 10 m in visoka 7 m. Na vrhu (S del) in na dnu (t. 5) dvorane sta brezni. Tisto na vrhu je globoko približno 15 m, tisto na dnu pa 10 m (globine so ocenjene). Ob V steni dvorane sta dva prehoda (t. 3). Zgornji se verjetno nadaljuje v kamin, spodnji pa nas pripelje v manjšo dvorano. Tla so pokrita z zasiganimi podornimi bloki in gruščem. Po stenah je veliko rjavkaste sige. Kapniki in ponvice bele sige so le posamezni. V stropu so lepo opazne razpoke v smeri S-J. V dvoranci so posamezne kotlice stoječe vode, kjer smo pobrali vzorec (vz. m. 4 – vzorčno mesto). Ta voda se je nabrala s polzenjem po stenah in s kapljanjem s stropa. V vzhodni steni je ozek prehod (t. 2) v 15 m globoko brezno, na dnu katerega je najnižja izmerjena točka jame. Stene brezna so zasigane.

Genetsko opazujemo dva različna tipa jamskih prostorov. Starejše, močno preoblikovane (podori, stare sige), neaktivne subhorizontalne rove (dvorane) prebijajo mlajša vadozna brezna. Skozi brezna in razpoke pronica kapljajoča meteorska voda, ki ustvarja tudi redke bele kapnike in ponvice.

Jama pri Cikovi ogradi

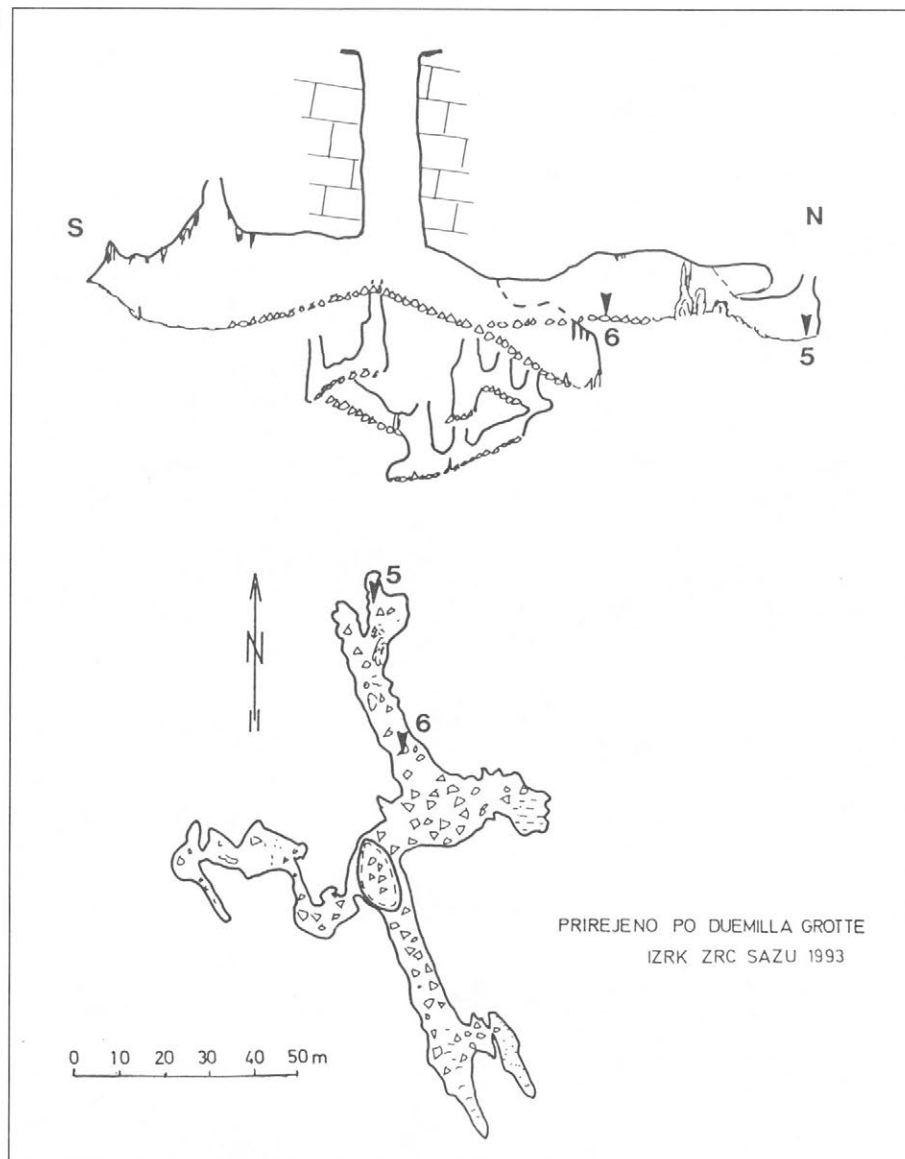
Tudi vhod v to jamo se nahaja na listu Kozina, koordinate pa so: y – 5 418 870,

x – 5 053 025, z – 509 m. Poligonska dolžina jame je 300 m, globina 96 m.

Izmerili oziroma ocenili smo nekatere glavne geološke značilnosti, ki so vidne ob jami ali v njej. Vhod v jamo je v zgornjekrednih sivih in temnosivih apnencih z radioliti ($K_{2,3}^2$). Usmerjenost vhoda, smer glavnih dveh rorov in smeri glavnih prelomnih con, ki so vidne v jami in ob vhodu, imajo podobno smer – 160-340. Vpad plasti je 300/20. V jamo se spustimo skozi 56 m globoko vhodno brezno, usmerjeno v smeri glavnih prelomnih con. Od tu se jama nadaljuje v treh smereh.

V zahodni rov se prerinemsko skozi ozko špranjo, ki nas pripelje v 20 m globoko brezno. To se konča v manjši podorni dvoranci, na dnu katere so več m³ veliki zasigani podorni bloki (siga je temnorjava in celo črna). Dvoranica se proti SZ, prek sigastega pobočja, prevesi v drugo dvorano z lepimi kapniki. Tu je najnižja točka jame. Rov se nato dviga in je ponekod pokrit s tankim slojem ilovice.

Višje se značaj rova spremeni. Zanj so značilne sveže podorne skale in visoki kamini. Južni rov je na začetku visok do 10 m, kasneje pa postane tako visok, da stropa ne vidimo (kamini). Tla so v prvi polovici pokrita z gruščem, v drugi pa so pretežno zasigana. V severni rov se spustimo po velikem melišču. Stene in tla rova so zasigane. Rov je okrašen z različnimi kapniškimi tvorbami. Značilni so zlasti stalagmiti in velik kapniški steber. V nekaterih ponvicah se tvorijo jamski



Slika 6. Jama pri Cikovi ogradi.

Figure 6. The cave at Cikova stockade.

biseri. Rov se pred koncem razcepi. V vzhodnem odcepu, kamor pridemo prek krajše zasigane stopnje, smo na koncu – v bazenčku, pobrali vzorec (vz. m. 5). Vzorec (vz. m. 6) smo pobrali še v kotlici, med kapniki, na prvi tretjini rova. Na tem mestu je voda med vzorčevanjem zelo intenzivno kapljala iz preloma v stropu rova. Rov je tu visok približno 13 m, debelina stropa pa je okoli 70 m.

Genetsko je jama podobna Veliki Kozinski jami, saj gre tudi tu za kombinacijo starih bolj ali manj horizontalnih rovo in mlajših brezen.

Gladina kraške talne vode v proučevanem vodonosniku je globoko pod površjem. Voda odteka s površja skozi vadozno cono z navpičnim prenikanjem ob razpokah ali pa po večjih brezni. Mlajše, bolj ali manj navpične votline pogosto sekajo starejše, tudi vodoravne rove, ki so ostale nekdanjih prevodnikov iz časa, ko je bila gladina podzemeljske vode višja. Takšni sta tudi

poligenetski jami, v katerih smo zajemali vzorce vode.

Vzorčenje voda in njihova analiza

Vzorce vode smo zbirali na 6 vzorčnih mestih (vz. m.) (slike 3, 5, 6).

26. 10. 93 – Ob 10 uri smo zajeli vzorce vode na izviri v Boljuncu: Na placu (vz. m. 1), Pralnica-Ribogojnica (vz. m. 2) in ob 12 uri Osapsko reko pred vhodom v Osapsko jamo (vz. m. 3). Vode so bile zelo visoke.

27. 10. 93 – Pregledali smo Veliko Kozinsko jamo (vz. m. 4) in ob 12 uri zajeli prenikajočo vodo na njenem dnu.

4. 11. 93 – Pregledali smo Cikovo jamo in ob 11 uri zajeli stoječo vodo (vz. m. 5) na dnu severnega kraka jame.

16. 11. 93 smo ob 11 uri znova pobrali vzorec vode v severnem kraku Cikove jame (vz. m. 5) in še enega na začetku severnega kraka (vz. m. 6).

19. 11. 93 smo ob 17 uri ponovno zajeli vzorec pred Osapsko jamo.

V laboratoriju Hidrometeorološkega zavoda v Ljubljani so naredili analize mineralnih olj. Uporabili so metodo določanja fluorescence v ekstraktu s heksanom (Manual for Monitoring Oil and Dissolved/Dispersed Petroleum Hydrocarbon in Marine Waters, UNESCO 13/1984).

Rezultati analize mineralnih olj so:

1. Boljunc:	
Na placu	26. 10. 0,005 mg/l
2. Boljunc:	
Pri ribogojnici	26. 10. 0,005 mg/l
3. Osp:	
vhod v jamo	26. 10. 0,016 mg/l
4. Velika	
Kozinska jama	27. 10. 0,045 mg/l
5. Cikova jama 1	4. 11. 0,469 mg/l

Vsi vzorci so bili bistri, razen vzorca št. 5, ki je bil rahlo moten. Ta vzorec je imel močan vonj po mineralnih oljih, vzorec št. 4 je le rahlo vonjal po oljih, preostali so bili brez vonja.

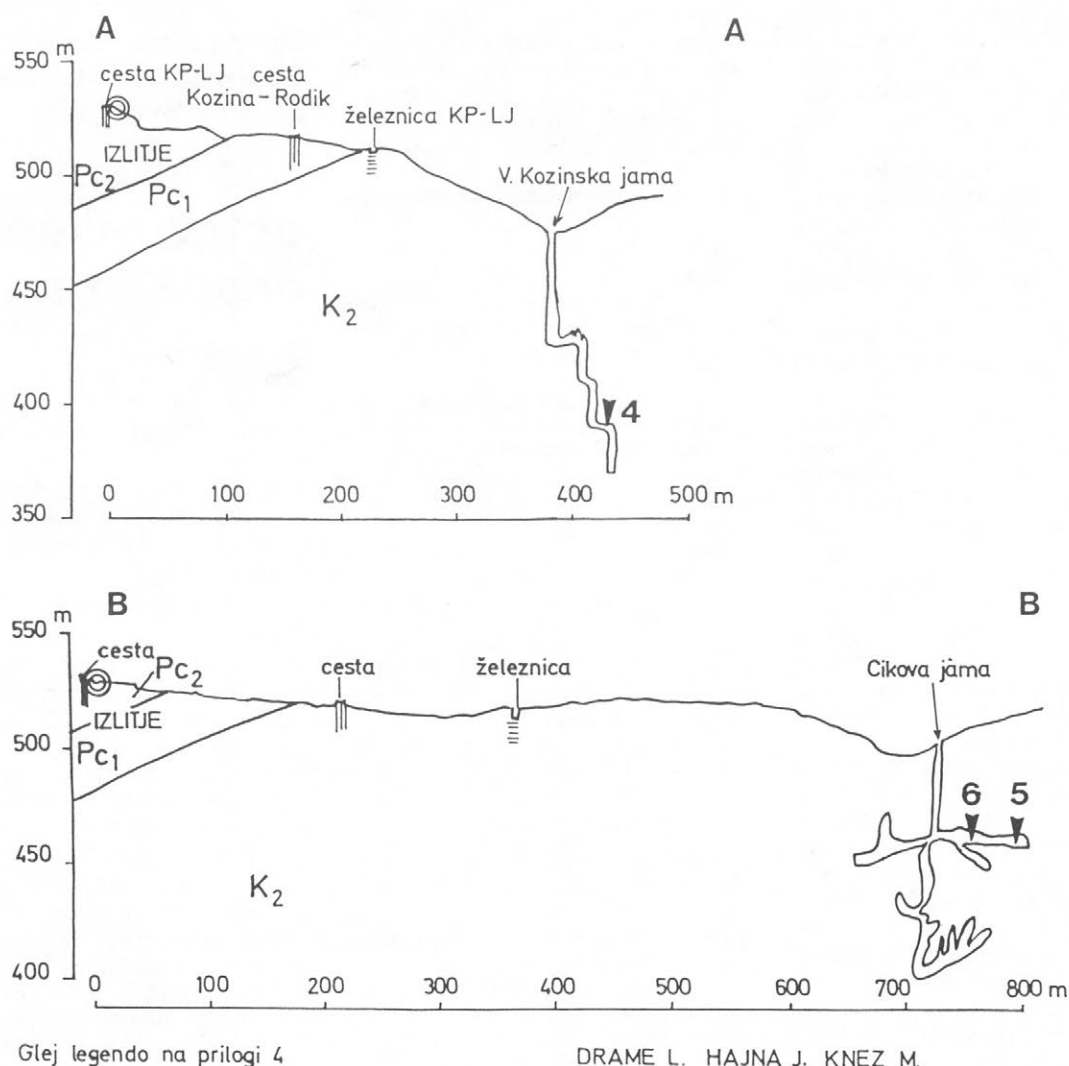
Analize voda so pokazale onesnaženje z mineralnimi olji, zlasti pri vzorcu iz Cikove jame. Ta je presegel mejno koncentracijo mineralnih olj za pitno vodo v izrednih razmerah (0,1 mg/l) oziroma rednih razmerah (0,01 mg/l). Slednjo mejo sta presegla tudi vzorca iz Velike Kozinske jame in Osapske reke. Po določilih pravilnika o higieni neoporečnosti pitne vode (Ur. l. SFRJ št. 33/87, 13/91) je maksimalna dopustna količina mineralnih olj v pitni vodi 0,010 mg/l.

V sanitarno-kemičnem laboratoriju Zavoda za socialno medicino in higieno Koper so po nesreči po naročilu Rižanskega vodovoda zasledovali količino mineralnih olj v izviri reke Rižane. Mineralna olja so določali z ekstrakcijo z metilenkloridom v kislem mediju. Prečiščene in osušene ekstrakte so posneli na plinskem kromatografu Perkin Elmer – Autosistem 9000.

Vzorce so odvzeli in analizirali enkrat na dan od 9.-11. oktobra, od 12.-15. oktobra dvakrat na dan, od 16.-20. oktobra pa ponovno enkrat na dan. V vseh vzorcih je bilo mineralnih olj manj kot 0,005 mg/l.

Zaradi ugodnih rezultatov in nespremenjenega vodostaja so nato vzorce odvzemali enkrat na teden. Tudi v teh vzorcih vzetih 25. 10., 27. 10., 3. 11., 10. 11. in 17. 11., je bilo olj pod 0,005 mg/l.

Po dogovoru z Republiško sanitarno inšpekcijo in Rižanskim vodovodom bodo do večjega zmanjšanja vodostaja, ko bi lahko prišlo do onesnaženja vodnega vira, zasledovali količino mineralnih olj v vodi enkrat na teden.



Glej legendo na prilogi 4

DRAME L. HAJNA J. KNEZ M.

Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU 1993

Slika 7. Ponazoritev prenikanja nafte na prerezih.

Figure 7. Cross sections of the surroundings of the oil spill.

Sklep

Ugotovili smo prisotnost mineralnih olj v vseh vzorcih vode. V Osapski reki jih je nekaj nad mejo, dopustno za pitno vodo v rednih razmerah, v obeh jamah pa to mejo znatno presegajo. V Cikovi jami jih je celo petkrat več, kot je dopustno za pitno vodo v izrednih razmerah.

Glede na smeri obeh flišnih struktur (sinklinal), ki se razprostirata v smeri SZ-JV (dinarska smer) menimo, da sta imeli ti dve geološki obliki, poleg geoloških lastnosti okolnih kamninskih mas (smeri vpadov in slemenitev posameznih litostratigrafskih členov) bistven vpliv na možno migracijo nafte. Predvidevamo, da je z dodatnim upoštevanjem poznavanja vodnih zvez največja možnost podzemeljskega izpiranja nafte v dinarski smeri sverno od Ocizeljskega fliša proti SZ ali JV ter kasneje odklon smeri proti

JZ. Po geoloških značilnostih je moč predpostaviti, da se bo nafta, ali njen del, prelila v vodonosnik Krasa in se pojavila v izvirih Timava.

Izviri v Ospu so visokovodni preliv Rižane. Vode so bile v času izlitja in po njem zaradi velike količine padavin visoke. Pretok vode je bil v času zajetja več m^3/s . Torej je iz izvira priteklo na dan po nekaj kg nafte. Lahko torej predpostavimo, da se bo nafta, ki je lažja in se zadržuje nad vodo, v sušnejših obdobjih stekala v večjih količinah tudi v izvire Rižane? Seveda je ta predpostavka verjetna le, če je nafta, najdena v Osapski reki, posledica izlitja pri Kozini, in če se vode z območja izlitja pretakajo pretežno proti kraškemu robu. Tudi rezultati sledenja podzemnih voda (10) kažejo, da območje, kjer se je izlila nafta, sodi v 4. varnostni pas zaščite kakovosti vode v izvirih Rižane. Ta ima blagi režim. V izviru Rižane nafte še ni bilo zaznati. Možno je tudi, da se bo nafta raztekala v obe smeri, tudi v vodonosnik Krasa.

Za rešitev zastavljenih vprašanj bi bile koristne dopolnilne raziskave, tudi sledenje voda, ki se stekajo z območja izlitja nafte. Teh tu še ni bilo. Čeprav se predvideva, da zaradi pomanjkanja ponikalnic na višjih terenih pripadnosti padavinskemu zaledju izvira Rižane z njimi ni mogoče dokazati (10, str. 292), pa naše izkušnje kažejo na uspehe tudi z umetnim zalivanjem barvil. Takšne raziskave so še toliko bolj pomembne, ker je ugotovljena (3, str. 252) večja prepletenost podzemeljskih vodnih poti, kot se je prvotno domnevalo. S pomočjo sledenja podzemeljskih vodnih zvez smo proučevali tudi vplive razlitja olja v tovarni kemičnih kondenzatorjev Žužemberk (5).

S površja je nafta zaradi precejšnje kraške in razpoklinske poroznosti hitro prenikala navzdol v vodonosnik. Po ocenah očitno naj bi bila požiralnost 10 do 20 l/s. Če predpostavimo, da so sledi nafte, najdene v jamah, tudi posledica izlitja ob cesti, lahko ugotovimo, da je premer precejanja

80 nafte velik, kar pa je v močno prepustni vadozni coni manj verjetno. Predvidevamo, da nafta, ki smo jo našli v jamah, ni posledica izlitja pri Kozini. To potrjujejo geološko strukturne in speleološke raziskave. Prelomne cone potekajo prečno na smer, kamor bi se morala pretakati nafta, če naj bi bila njena prisotnost v jamah posledica izlitja. Natančneje bi bilo treba proučiti tudi način pretakanja nafte v kraškem vodonosniku, tako prenikanja v vadoznem kot pretakanja v zalitem delu. Način pretakanja vode v odtočnem vodonosniku proučujemo v okviru projekta Širjenje škodljivih snovi v krasu, Sledenja in modeli.

Bolj verjetno je, da je nafta v jamah drugačnega porekla, še zlasti, če prenikanje ponazorimo na prerezi (7) med izlitjem in jamami, v katerih smo našli precejšnje količine mineralnih olj. Morda je ta nafta posledica onesnaženja zaradi bližnje železniške proge, po kateri vozijo motorni vlaki, in ceste med Kozino in Rodikom. Proga in njena okolica sta onesnaženi z mineralnimi olji. Če je ta predpostavka pravilna, se odpira nov, morda še bolj pereč problem onesnaženja krasa in kraških voda, kot je enkratno onesnaženje. V odtočnem jašku lovilca olj ob avtocesti pri Postojni se pretaka voda z 1 mg olja na liter; te koncentracije so seveda večje po daljšem sušnejšem obdobju (8). V podzemlje se spirata svinec in kadmij, občasno so povišani sulfati in nitrati, v zimskem času soljenja ceste pa se poveča vsebnost kloridov. V odtočni vodi prevladujejo težko razgradljive snovi, katerih večje koncentracije je opaziti po sušnejših obdobjih in pozimi ob zmrzalih. Precej več pozornosti bo treba posvetiti posledicam prometnih zvez na krasu. Tudi v tem primeru bi bilo koristno sledenje voda z barvanjem na več mestih.

Skratka, čeprav večjih količin v nesreči izlitje nafte še nismo zasledili, je potrebna stalna pozornost na širšem območju, še zlasti ob spremembi stanja voda, torej v sušnejšem obdobju.

Za nadaljnje ukrepanje oziroma spremljanje in raziskave priporočamo:

a) kratkoročne ukrepe:

- občasne analize na mineralna olja v izviri Rižane (pozorneje ob prvem nizkem vodostaju),
- nekajkratni zajem vzorcev vode v Cikovi in Kozinski jami (število vzorcev odvisno od rezultatov analiz);

b) dolgoročne ukrepe:

- sledilni poskus na mestu izlitja nafte oziroma v njegovi bližini,
- sledenje voda na "črnih točkah", nevarnih za nesreče;
- študij obnašanja mineralnih olj v kraškem podzemlju (poskusno in modelno),
- natančna tektonska (strukturna) ocena ozemlja med cesto in Cikovo jamo,
- vpojnost kraške prsti (vrtače) za mineralna olja,

- kjer prečkajo prometnice 2. in 3. vrstvene pasove zajetih kraških izvirov, bi bilo koristno izdelati karte ranljivosti kraškega podzemlja oziroma občutljivosti podzemlja za onesnaženost in na podlagi takih kart načrtovati podrobnejše raziskave.

1. Bertarelli, L.V., E. Boegan, 1926. Duemila Grotte. Milano.
2. Gams, I., 1965. Aperçu sur l'hydrologie du karst Slovène et sur ses communications souterraines. Naše jame 7, 51–60, Ljubljana.
3. Habič, P., 1989. Kraška bifurkacija Pivke na jadransko črnomořskem razvodju. Acta carsologica 18, 233–264, Ljubljana.
4. Habič, P., 1990. Varovanje kraških voda ob AC Kozina–Rupa. Avtocesta Kozina–Rupa, Gradivo za idejni projekt, Postojna.
5. Habič, P., 1991. Sledenje onesnažene kraške vode po razlitju olja v tovarni kemičnih kondenzatorjev Žužembek. Elaborat, Inštitut za raziskovanje krasa, Postojna. Carbonate platforms. Mem. Soc. Geol. It., 40, (1987), 289–293, Roma.
6. Knez, M., J. Kogovšek, A. Kranjc, 1993. Poročilo o terenskem ogledu mesta izlitja olja pri Kozini. Elaborat, Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Postojna.
7. Knez, M., A. Kranjc, B. Otoničar, T. Slabe, S. Svetličič, 1993. Poročilo o posledicah izlitja nafte pri Kozini. Elaborat za Ministrstvo za okolje in prostor, Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Postojna.
8. Kogovšek, J., 1993. Kakšna je sestava voda, ki odteka z naših cest?. Ujma 7, 67–69, Ljubljana.
9. Krivic, P. & M. Bricelj & N. Trišič & M. Zupan, 1987. Sledenje podzemnih vod v zaledju izvira Rižane. Acta carsologica 16, 83–104, Ljubljana.
10. Krivic, P., M. Bricelj, M. Zupan, 1989. Podzemne vodne zveze na področju Čičarije in osrednjega dela Istre. Acta carsologica 18, 265–295.
11. Pleničar, M., A. Polšak, D. Šikič, 1969. Osnovna geološka karta SFRJ Trst 1 : 100 000. Zvezni geološki zavod Beograd, Beograd.
12. Pleničar, M., A. Polšak., D. Šikič, 1973. Tolmač lista Trst. Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100 000. Zvezni geološki zavod Beograd, 68 str., Beograd.
13. Sancin, S., 1984. Pod socerbsko planoto, Izviri v Dolini. Jamarski odsek Slovenskega Planinskega Društva v Trstu, rokopis.
14. Šikič, D., M. Pleničar, 1975. Tolmač lista Ilirska Bistrica. Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100 000. Zvezni geološki zavod Beograd, 51 str., Beograd.
15. Timeus, G., 1928. Nei misteri del mondo sotterraneo. Risultati delle ricerche idrologiche sul Timavo 1895–1914. Alpi Giulie, 29, 1–39, Trieste.

Martin Knez, Andrej Kranjc, Bojan Otoničar, Tadej Slabe, Suzana Svetličič

The effect of the oil spill near Kozina

On the main road Razdrto – Koper on October 8, 1993 at 6:31, and one kilometre outside of Kozina, a tank lorry and trailer overturned, spilling 18 tons of oil and fuel oil.

Owing to the considerable karst and fissure porosity, the oil quickly permeated the soil, reaching the aquifer. According to eyewitnesses, the velocity was 10–20 l/s.

We tried to assess the repercussions of this oil spill.

Water samples were gathered at six sampling points: the springs at Boljunec, Osapska Reka, the percolated water at the bottom of Velika Kozinska Jama (jama=cave, ed.) and Jama pri Cikovi Ogradi, as well as the stagnant water in Jama pri Cikovi Ogradi.

The water analyses showed contamination by mineral oils, particularly in the first sample from Jama pri Cikovi Ogradi (0.469 mg/l). This level exceeded the standard concentration of mineral oils for drinking water in emergency situations (0.1 mg/l) and under normal conditions (0.01 mg/l). Samples from Velika Kozinska Jama and Osapska Reka also exceeded this last standard.

The oil concentration in the Rižana spring was below 0.005 mg/l.

Despite the fact that the presence of the mineral oils was ascertained in all samples, additional research and water tracing will have to be conducted in order to be able to state that the mineral oils in the samples are the result of this particular oil spill. This is particularly true for the high oil concentrations found in the caves. It is possible that the oil pollution has its source in the nearby railway station and road, which are polluted by mineral oils. If this hypothesis proves true, then we are dealing with an acute pollution problem rather than a transitory incident.

The complicated hydrogeology of the terrain requires that the wider area be paid constant attention, particularly during dry periods.

UJMA

UJMA