

UDK 556.332:551.44:502(497.12)=863

## **Avtocesta Razdrto–Divača–Sežana in njen vpliv na podzemeljske vode na Krasu**

### **The Highway Razdrto–Divača–Sežana and its Influence upon the Groundwater on Kras (Karst)**

*Dušan Novak*

Geološki zavod Ljubljana, Dimičeva 14, 61000 Ljubljana

#### **Kratka vsebina**

Bodoča avtocesta Razdrto–Divača–Sežana bo prečkala območje intenzivne zakrasedlosti in ožje območje podzemeljskega toka Notranjske Reke.

Kraška podzemeljska voda se iz različnih smeri steka proti izvirov Timave pri Nabrežini in proti črpališču Kraškega vodovoda pri Brestovici.

Vplivi z območja avtoceste lahko dosežejo izvire Timave v okoli enajstih dneh. Zato je potrebno v projektu predvideti ustrezno zaščito, da ne bi prišlo do onesnaženja kraške podzemeljske vode.

#### **Abstract**

The future highway Razdrto–Divača–Sežana will cross the area of intense karstification and the narrow district of the underground course of the Notranjska Reka.

The karstic groundwater flows from various directions towards the Timava near Nabrežina and towards the pumping station of the Kras Water Supply System at Brestovica.

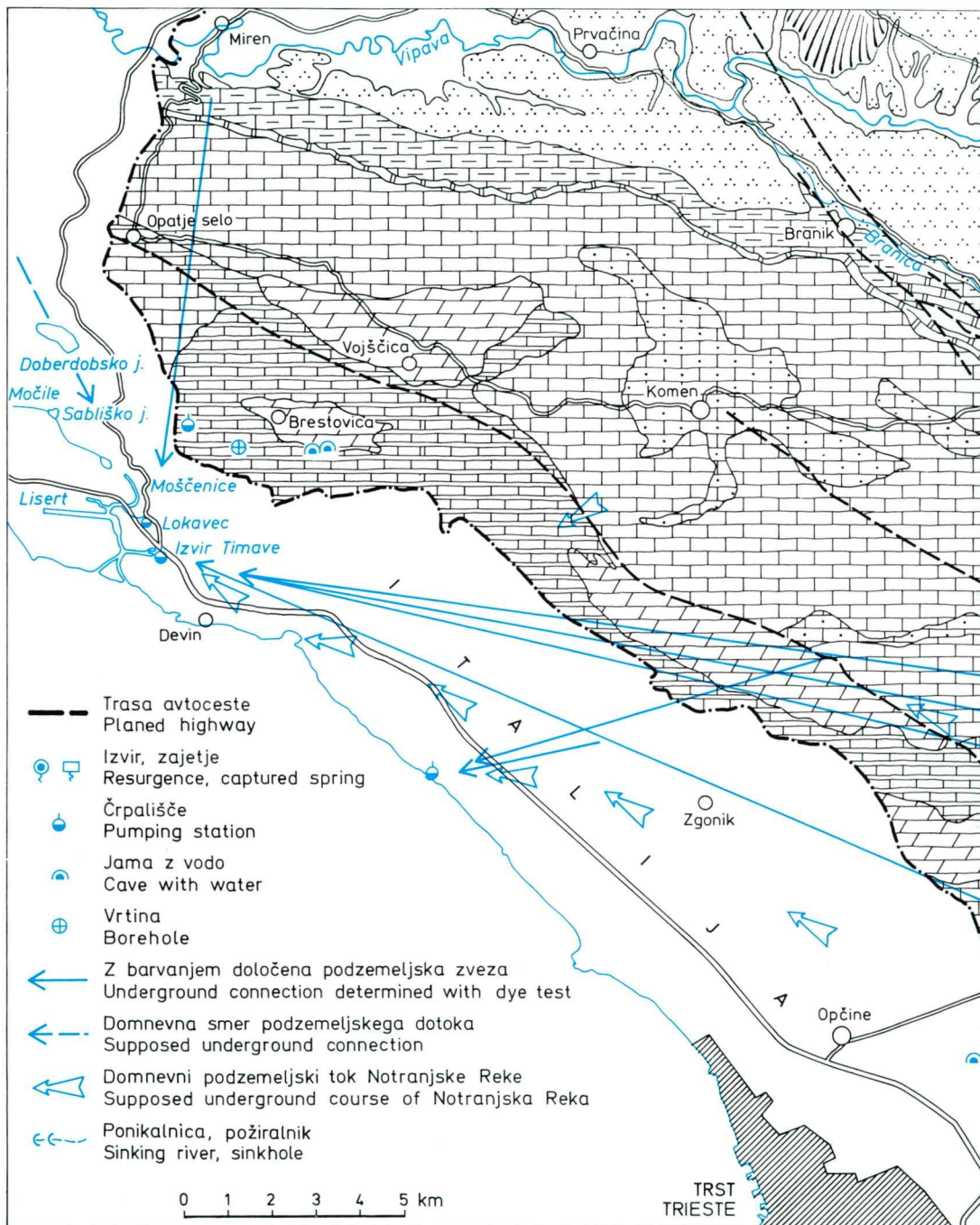
The influences from the highway area can reach the Timava springs within 11 days. The adequate protection has to be foreseen in order to prevent the pollution of the karst underground waters.

#### **Uvod**

Načrtovana in deloma že pričeta avtocesta poteka po južnem obrobju Krasa. Z Razdrtega poteka mimo Golega Vrha in po hrbtih nižjega hribovja v dolino med Dolenjo vasjo in Senožecami, nadalje pod obstoječo cesto na Čebulovici pa do bližine Divače. Nad Divačo zavije proti Žirju in Sežani, ki jo obide na severu in zahodu. Na staro cesto se priključi pri Fernetičih.

#### **Geološka sestava**

Antiklinorij krednega apnenca in dolomita, iz katerih je zgrajen osrednji del Krasa, obdaja na severu ob Vipavski dolini in na jugozahodu ob obali skladovnica terciarnega foraminifernega in lapornatega ter ploščatega apnenca in fliša (Buser,



Sl. 1. Hidrogeološka karta Krasa  
(po osnovni geološki karti 1:100 000, list Postojna, 1967; list Gorica, 1968)



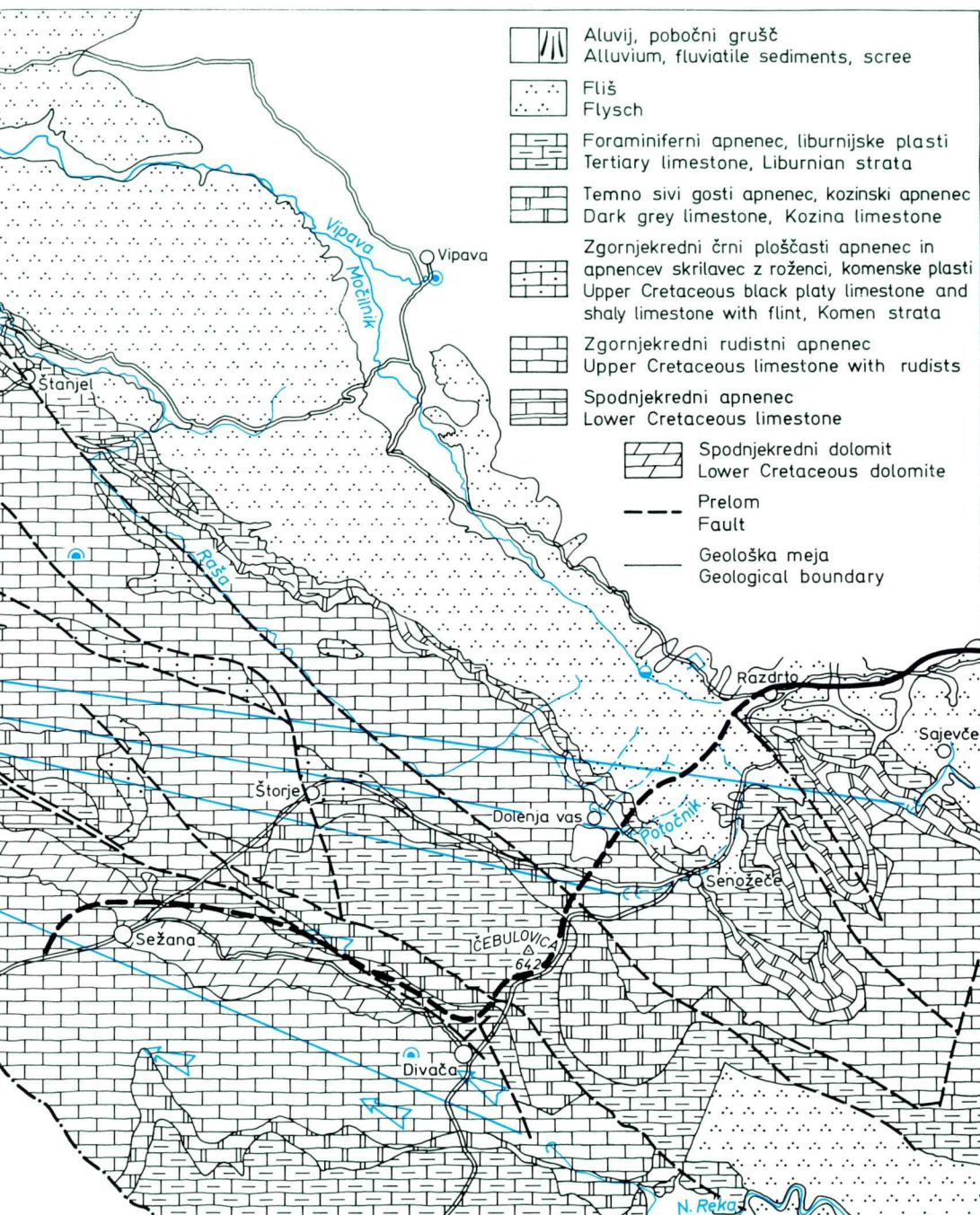


Fig. 1. Hydrogeological map of Kras  
(after geological map 1:100 000, sheet Postojna, 1967; sheet Gorica, 1968)

1968; Pleničar, 1970). V osrednjem delu opazujemo na planoti pri Tomaju, Komnu, Pliskovici, Dutovljah in drugod krpe krednega skrilavega in ploščatega apnenca z roženci. Na jugu prehaja kredni apnenec v pokrov paleocenskega apnenca in eocenskega fliša (slika 1).

Ves antiklinorij je razlomljen s prelomi; med pomembnejšimi je potrebno omeniti prelom, ki poteka vzdolž suhega podolja od Divače proti Gorjanskemu in Opatjemu selu ter raški prelom, ki poteka mimo Gabrč, pod Čebulovico in vzdolž zgornjega dela Raše mimo Štanjela in Branika. Ob njem je nastala ostro vrezana dolina.

### Hidrogeološke lastnosti kamnin

Kredni apnenec in dolomit ter paleocenski apneneci so v splošnem razpokani in zakraseli. Predvsem v razpokanih conah ob prelomih seže zakraselost v večje globine.

Fliš v obrobju Krasa deluje kot bočna bariera razpoklinsko-kraškega apnenčevega vodonosnika. Pretrgan je le ponekod med Nabrežino in Štivanom. Tam se pojavljajo brojnice in izvirni sistem Timave.

S fliša odteka voda pretežno površinsko. V odseku med Razdrtim in Senožecami se vode s fliša stekajo proti Močilniku in v Vipavo ter v potoke, ki ponikujejo v senožeškem območju. Visoke vode teh ponikalnic odtekajo po največkrat suhi strugi proti dolini Raše. Tudi ob Raši nahajamo golte, ki požirajo in podzemeljsko odvajajo njene nizke vode.

Paleocenske in najmlajše kredne apnenčeve plasti med Čebulovico in Divačo površinsko hitreje preperevajo in je zato območje prekrito z debelejšo plastjo preperine. Ta cona usmerja plitvo podpovršinsko pretakanje vode v smeri vpadanja plasti.

Dolomit med Žirjem in Sežano predstavlja manj prepustno cono. Je manj zakrasel, vendar je razpokan. Tudi ta cona usmerja prenikanje vode v smeri vpadanja plasti.

Kredni dolomit je v večji debelini relativni izolator, ki ločuje posamezne dele sistema podzemeljskega odtekanja. Najmlajše kredne in paleocenske plasti so krovna bariera, ki je razpokana in je za kraško podzemeljsko vodo le slaba površinska zaščita.

### Raziskave odtekanja podzemeljske vode

Ko so iskali vodne vire za oskrbo Trsta s pitno vodo, so raziskovali tudi podzemeljske povezave (Šerko, 1946). Večkrat so označevali Notranjsko Reko pri požiralnikih v Škocjanskih jamah in uporabili različna sledila, kot so uranin, fuksin, kvasovke, obročkane jegulje, litijeve, stroncijeve in cezijeve soli, kasneje tudi tritij. Ugotovljene so bile povezave Reke z izviri med Trstom in Timavo. Ugotovili so tudi, da so podzemeljski tokovi, ki so jih odkrili v Kačni jami (Kenda, 1984; Mihevc, 1984), le 3 km od Škocjanskih jam, in v Labodnici pri Trebčah na italijanski strani, tudi del podzemeljskega toka Notranjske Reke (Mosetti et al., 1963).

Te raziskave so domnevale dve smeri podzemeljskega pretakanja Notranjske Reke: južno smer skozi Labodnico, južno od dolomitnega pasu med Divačo in Sežano in zatem v bližini stika s flišem proti Timavi. Tu je bilo možno sklepati tudi na dotekanje vode iz Matarskega podolja, kar pa novejša sledenja Matarskih ponikalnic niso potrdila (Krivic et al., 1987, 1989). Severni del toka pa naj bi sledil staremu



podolju na severnem robu že omenjenega dolomitnega pasu. Tokova naj bi se združila nekje pri Zgoniku.

V same izvire Timave in v nekatere izvire v okolici (izvire Lokavec, Moščenice, Lisert, Močile) pa dotekajo tudi vode iz Vipavske doline, iz požiralnikov pri Vrtočah in iz Soške ravnine skozi Doberdobski kras (Bidovec 1967; Cancian, 1988). Skozi Kras pa priteka proti Timavi tudi Sajeovski potok z južnega obrobja Postojnske kotline. Po 71 dneh se je ta voda pojavila v 40 km oddaljenih izvirih Timave. Tudi potok, ki ponikuje ob cesti pod Senožecami, in ponikalnica pri Dolenji vasi se znova pojavita v izvirih pri Nabrežini in v izvirih Timave (Habič, 1990). Povirje Timave ima torej obsežno zaledje.

### Vpliv avtoceste na podzemeljsko vodo

Zgrajena prometnica, cesta, onesnažuje podzemeljsko vodo z:

- odtekanjem onesnažene vode s cestišča in
- nenadnimi izlivi iz prevoznih sredstev zaradi nesreč.

Vode, ki odtekajo s cestišča, odnašajo s seboj ostanke gume, izgorevanja goriv, maziv, razsuti tovor, sol zaradi zimskega posipavanja, snovi, ki se odlagajo iz ozračja in snovi, ki jih voda prinese iz bližnje okolice.

Zbirajo se različni ogljikovodiki, organske in neorganske ogljikove spojine, dušikove spojine, težke kovine (Pb, Cd, Cu, Sn, Hg, Fe, Ni). V novejšem času pri tem sodelujejo še sredstva za zaščito, polikromatski ogljikovodiki kot rezultat nepopolnega izgorevanja, herbicidi za uničevanje plevela. Nekateri polutanti se zbirajo tudi v rastlinah, ki absorbirajo del težkih kovin in s koreninskim sistemom deloma celo zmanjšujejo pritisk polutantov na podzemeljsko vodo. Največja koncentracija je v 10–20 cm debelem humusnem sloju. Pravilno negovano rastlinstvo ob cestah je torej kar pomembna zaščitna mera.

Vse to poslabšuje kakovost podzemeljskih vod, za pitno vodo pa so nekatere komponente še posebno škodljive, npr. olja in težke kovine.

Nekontrolirani izliv tekočin ob nesrečah povzročajo težke posledice neglede na to, ali so to naftni derivati ali druge kemikalije (Košir, 1985).

Tovrstna onesnaženja so trajna oz. dolgotrajna in strupena. Odstranjevanje posledic je v krasu nemogoče, ni časa za intervencijo, naravne možnosti preprečevanja onesnaženja so majhne ali jih ni.

Na izvirih Timave in na Brojnicah pri Nabrežini so zajetja za oskrbo tržaškega vodovoda s pitno vodo. Ta zajetja so oddaljena od trase avtoceste okoli 34 km.

Kraški vodovod iz Sežane črpa kraško podzemeljsko vodo iz vrtin pri Klaričih in Brestovici. Dane so tudi možnosti za razširitev črpališč še na nekaj bližnjih točk. Ta črpališča so oddaljena od avtoceste okoli 30 km (Krivic, 1980). Črpališča pri Brestovici zajemajo vodo, ki se steka s Krasa od severa in severozahoda (Komen–Gorjansko), zahodno in vzhodno od dolomitne kupole pri Vojšćici. Podobno lokalno usmerja prenikanje vode tudi dolomit pri Brestovici. Ob prelomu Divača–Gorjansko je prepustnejša cona, odkoder pa je le ponekod možno pretakanje podzemeljske vode proti jugu.

Horizontalno pretakanje podzemeljske vode v Krasu je različno hitro, pač glede na vodno stanje. Ob visoki vodi je hitrejša, ob nižji počasnejša. Timeus (Šerko, 1946) omenja pri raziskovanju Notranjske Reke hitrosti med 2,8 do 4,5 cm/s, Mo-

setti s sodelavci (1963) pa med 1,4 do 2,4 cm/s. Sajeovski potok je tekkel do izvirov Timave s hitrostjo 0,6 cm/s (Habič, 1990). Upošteva je najpogostnejše hitrosti, lahko sklepamo, da bi se onesnaženje pojavilo v izviru Timave že v dobrih enajstih dneh!

Hitro je tudi vertikalno prenikanje. Na Postojnskem krasu so s poskusi dokazali, da bi se onesnaženje v vodnem rovu v globini 100 m pokazalo že v dveh urah. Vodni tokovi na divaškem krasu so v globini okoli 200 m (Kogovšek, 1984).

Glede na dostopne podatke lahko torej sklepamo, da območje avtoceste bolj ali manj vpliva na podzemeljsko vodo Krasa nekako do Gorjanskega in na celotno ožje območje podzemeljske Notranjske Reke.

### Sklep

Območje Krasa je zaradi vdiranja škodljivih snovi v podzemlje stalno ogroženo, po prometnicah se odvija nenehen promet. Le z varnostnimi ukrepi ob cestah lahko onesnaženje v večji meri zmanjšamo.

Razpoklinsko-kraški sistem je zelo heterogen. Obstajajo celo bolj prepustne cone z visokim skladiščenjem podzemeljske vode ali drugih tekočin. Spremembe so torej tako v vertikalni kot v horizontalni smeri. Prepustne in zakrasele cone omogočajo intenzivno infiltracijo, voda in tekočine slede najlažjim putem, slede prelomom in razpokam. Investitorju smo zato tudi predlagali, naj ob morebitnem odkritju podzemeljskih jam jamarjem omogoči, da le-te podrobno preiščejo. Pomembne so predvsem jame, v katerih bi odkrili podzemne vodne tokove. Med Razdrtim in Senožetami, kjer poteka trasa po flišu, bo onesnaženje z avtoceste vplivalo najprej na površinske in nato na podzemeljske vode. Do km 2,8 se vode stekajo v Vipavo, do km 6,0 pa proti ponikalnim potokom v Senožetškem podolju. Tja do Čebulovice so možna onesnaženja dotokov v podzemeljsko Notranjsko Reko, dalje pa poteka trasa že kar preko neposrednega območja same podzemeljske Reke.

Take razmere zahtevajo, da je potrebno vso vodo s cestišča in bližnje okolice, kjer so možne nesreče, zbrati in odvesti na varno zunaj zaščitene območja. Če to ni možno, je potrebno vodo čimbolj prečistiti. To pomeni zanesljivo zbiranje in odvajanje vode z velikih površin in bolj ali manj daleč.

Glede na mednarodne (Richtlinien, 1982) in domače izkušnje predlagamo naslednje ukrepe:

- izdelati je potrebno v celoti neprepustno kanalizacijo,
- možne so rešitve z betonsko zaščitno ograjo, ki omogoča zaprto odvodnjavanje in ne dovoljuje izlivanja zunaj cestišča. Preprečeno mora biti izlivanje zunaj zavarovane cone. Posebna pozornost mora biti posvečena zaščiti pred nesrečami, tekočine in vozila naj se zadržijo na površinah, kjer sta zagotovljeni kanalizacija in izolacija (Margeta et al., 1985),
- transport nevarnih snovi naj se odvija po uveljavljenih predpisih,
- bencinske črpalke v teh območjih naj ne bi bile predvidene, počivališča in parkirni prostori pa morajo biti opremljeni z ustrezno zaščito,
- vzdrževanje objektov mora biti redno.

Seveda pa vse to velja tudi za vse druge prometnice na tem območju, kjer še ni ustrezne zaščite, in za vse urbanizirane površine, kjer še ni zbiranja in čiščenja komunalnih odplak. Tudi s teh površin se onesnažuje podzemeljska voda na Krasu.



## The Highway Razdrto–Divača–Sežana and its Influence upon the Groundwater on Kras (Karst)

### Summary

Karst is constantly threatened by the harmful substances coming from the traffic surfaces into the underground. Only protective measures along the roads could considerably reduce the pollution.

The fractured karstic system is very heterogeneous. More permeable zones with lower storage and less permeable zones with higher storage of groundwater and other fluids are being discovered. The alterations thus appear in the vertical and horizontal direction. An intense infiltration is enabled by the permeable and karstified zones; water and other fluids are choosing the easiest ways, they are tracing the faults and fractures.

Between Razdrto and Senožeče where the highway line is running on flysch, the pollution from the highway will first affect the surface waters, and the groundwater afterwards. Up to km 2.8 the waters are flowing into the Vipava and to km 6.0 towards the sinking brooks in the Senožeče Valley.

Down to Čebulovica the pollution of the inflows into the undergroundwater course of the Notranjska Reka seems to be possible. Farther the highway line is almost crossing the direct underground river area.

Such conditions require that all the water from the highway area and its nearby surrounding where the accident may happen should be collected and lead away out of the protective zone. Should this not be possible the water has to be thoroughly purified i.e. a reliable accumulation and drainage of water from large road surfaces must be provided.

Considering the international experiences and those acquired in our country the following measures are proposed:

- The construction of the entirely impermeable sewage system;
- The solution, as for example the erection of the concrete protection enclosure enabling the closed drainage and preventing from pouring of dangerous liquids off the roadway, is also possible. One should also prevent the pouring off the protective zone. Special attention must be paid to the protection against the accidents, i.e. fluids and vehicles must be kept at the places where the sewage system and isolation are assured.
- The transport of harmful substances must be performed in accordance with the valid prescriptions.
- In this zone the petrol pumping stations are not foreseen, whereas the resting places and parking lots must be furnished with the adequate protection.
- Maintenance of structures must be performed regularly. It is obvious that all above measures apply also for all other roads in this area.

### Literatura

Bidovec, F. 1967, The Hydrosystem of Karstic Springs in the Timavo Basin. Hydrology of fractured rocks. Vol 1, 263–274, AIHS, Louvain.

Buser, S. 1968, Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, list Gorica. Zvezni geološki zavod, Beograd.

Cancian, G. 1988, Kraška hidrogeologija pri Doberdobu. JK Kraški krti, Doberdob.

- Galli, G. & Raino, F. 1990, Da uno studio geochimico isotopico sulle sorgenti del Carso Triestino. *Il Carso*, 19, 21–26, Gorizia.
- Gospodarič, R. 1983, Hydrogeological Features of Some Karst Parts of Slovenia. *Hydrogeology of Dinaric Karst*, 185–197, Beograd.
- Habič, P. 1990, Sledenje kraških voda v Sloveniji. *Geogr. vestnik* 61, 3–19, Ljubljana.
- Kenda, I. 1984, Višinska izmera Kačne jame. 9. jug. speleol. kongres, 411–416, Zagreb.
- Kogovšek, J. 1984, Vertikalno prenikanje vode v matičnem krasu v primerjavi s prenikanjem v Planinski jami. 9. jug. speleol. kongres, 323–328, Zagreb.
- Košir, M. 1985, Nevarne snovi vse bolj ogrožajo okolje in ljudi. *Obramba in zaščita*, 21, 26–30, Ljubljana.
- Krivic, P. 1980, Poročilo o hidrogeoloških raziskavah z osnutkom odloka o varstvenih pasovih vodnih virov pri Brestovici na Krasu. Arhiv Geološkega zavoda Ljubljana, Ljubljana.
- Krivic, P., Bricelj, M., Trišič, N. & Zupan, M. 1987, Sledenje podzemnih vod v zaledju Rižane (Slovenija, NW Jugoslavija). *Acta carsologica*, 16, 83–104.
- Krivic, P., Bricelj, M. & Zupan, M. 1989, Podzemne vodne zveze na področju Čičarije in osrednje Istre. *Acta carsol.* 18, Ljubljana.
- Margeta, J., Dorič, V. & Šestanović, S. 1985, Izvedba odvodnje magistralne ceste u vodozaštitnom području izvorišta u Kršu. *Naše Gradjevinarstvo*, 39, 2, 145–151, Zagreb.
- Mihevc, A. 1984, Kačna jama. 9. jug. speleol. kongres, 417–422, Zagreb.
- Mosetti, F., Ericsson, E., Bidovec, F., Hodošček, K. & Ostanek, L. 1963, Un nuovo contributo alla conoscenza dell' idrologia sotterranea del Timavo. *Tecnica Italiana*, 28/4, Milano.
- Pleničar, M. 1970, Osnovna geološka karta 1:100 000, Tolmač za list Postojna. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Richtlinien für bautechnische Massnahmen an Strassen in Wassergewinnungsgebieten. Forschungsgesellschaft für Strassen und Verkehrswesen, 1982.
- Šerko, A. 1946, Barvanje ponikalnic v Sloveniji. *Geografski vestnik*, 28, Ljubljana.