

## PODROBNO SPREMLJANJE KVALITETE VODE, ODTEKAJOČE Z AVTOCESTE IN NJEN VPLIV NA KRAŠKO VODO

Janja KOGOVIŠEK

mag. dipl. ing. kem. tehnol., Institut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, 66230 Postojna, Titov trg 2, SLO  
MD, Istituto per lo studio del Carso presso il CRS ASSA, 66230 Postojna, Titov trg 2, SLO

### IZVLEČEK

Članek obravnava podrobne meritve onesnažene padavinske vode, ki odteka z avtoceste v lovilnik olj pri Postojni in podaja rezultate nadaljevanja raziskav, ki so bile že predhodno objavljene. Tokrat smo podrobno spremljali sestavo vode, ki je odtekala z avtoceste v času sedmih padavinskih dogodkov v zimskem in poletnem času. Analizirali smo 18 vzorcev vode dotoka in 18 vzorcev vode, ki iz lovilnika odteka neposredno v kras. Največja količina onesnaženja odteka s cestišča ob začetnem spiranju, čeprav vrednosti merjenih parametrov tudi po intenzivnih padavinah ne padejo pod določeno mejo, kar je posledica stalnega onesnaževanja. Večina onesnaženja zaradi prometa očitno ostaja na cestišču. Težke kovine so v tleh in vegetaciji ugotavljali le v neposredni bližini avtoceste. V vodi z avtoceste smo od težkih kovin poleg svinca in kadmija določili tudi cink in baker. Iste kovine pa so prisotne tudi v sedimentu izvira Malni, le dobra dva kilometra stran, ki je zajet za vodno oskrbo prebivalstva postojnske občine. Potrebno bi bilo ugotoviti izvor tega onesnaženja, da se ne bomo čez leta pritoževali, da smo zopet zagrešili ekološko napako, ki bi jo lahko pravočasno, sorazmerno enostavno in z majhnimi sredstvi preprečili.

**Ključne besede:** krasoslovje, kraške vode, človekov vpliv, onesnaževanje zaradi prometa, Slovenija, primorski kras  
**Key words:** karstology, karst waters, human impact, pollution due to traffic, Slovenia, primorski kras

### UVOD

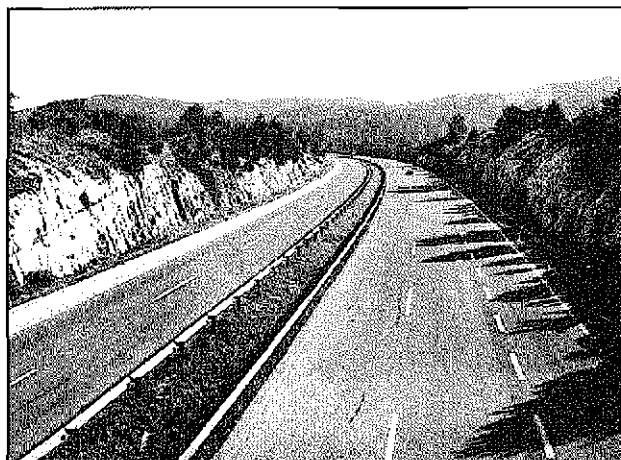
Rezultati spremljanja sestave vode, ki odteka z avtoceste Razdrto - Ljubljana na odseku pri Postojni (Kogovišek, 1993), kažejo na onesnaženje odtekajoče vode z avtoceste ob najrazličnejših razmerah: takoj po dolgotrajni suši, v času soljenja cest, ob in po intenzivnih nalivih. Ugotovili smo vrsto onesnaženja kot tudi njegov obseg glede na posamezne parametre.

Ugotavljali smo visoko prisotnost kloridov ter vzporedno visoko specifično električno prevodnost zaradi soljenja cest, ki se lahko začne že oktobra in traja do aprila. Prisotnost organskega onesnaženja, ki smo ga določali z metodo kemijske (KPK) in biokemijske (BPK) potrebe po kisiku, in vzporedno povišana motnost so pokazali, da so pomemben vir onesnaženja cestišča trdni delci in da gre za pretežno težko razgradljive organske snovi. Določali smo povišane vsebnosti sulfatov, svinca in kadmija, ne pa tudi nitratov.

Vzporedno spremljanje sestave odtočne vode iz lovilnika v kras je v razmerah umirjenega manjšega dotoka in s tem povezanega usedanja trdnih nečistoč v lovilniku pokazalo na opazno boljšo kvaliteto odtoka v primerjavi z dotokom. Vendar pa se je usedla nesnaga že ob prvem večjem intenzivnem nalivu ob velikem dotoku vode v lovilnik dobro premešala in kot suspenzija sprala v kras.

### SPREMLJANJE SESTAVE DOTOKA V LOVILNIK OB POSAMEZNIH PADAVINAH - spremljanje vodnih valov

Odločili smo se, da v naših nadaljnjih raziskavah podrobneje preučimo sestavo voda, ki odtekajo z avtoceste (slika 1 in 2) v času različnih vodnih valov, to je ob naraščajočem in kasneje upadajočem dotoku vode s cestišča v lovilnik, ki je posledica enkratnih različno izdatnih in intenzivnih padavin. Za to spremljanje je bilo potrebno pogostno vzorčenje dotoka v lovilniku,



Slika 1: Odsek avtoceste Ljubljana - Razdrto pri Postojni, s katerega ob padavinah odteka onesnažena voda v lovilnik olj pri Stari vasi (foto J. Hajna).

Fig. 1: The section of motorway Ljubljana - Razdrto near Postojna; the rainwater accumulates in the oil collector at Stara Vas (Photo: J. Hajna).

ki se je običajno začelo takoj po začetku padavin in nadaljevalo v različnih krajših časovnih intervalih, ko smo zajeli 2 do 4 vzorce. Tako smo analizirali 7 vodnih valov. Vse meritve so potekale z istimi metodami kot ob prvih opazovanjih v letu 1992 in delno v letu 1993 in na istem odseku avtoceste pri Postojni v lovilniku olj pri Stari vasi (slika 3).

Kratek pregled meritev 18 vzorcev po posameznih parametrih je razviden v tabelah 1 in 2. Opazne so znatno višje vrednosti SEP, vsebnosti kloridov in kalnosti v času zime in soljenja ceste v primerjavi z meritvami v poletnem času, ko pa so znatno višje vrednosti svineca in kadmija.

Prvi vzorec smo zajeli ob 7.15, ko je bil dotok v lovilnik največji. Izmerili smo zelo visoko motnost (464 FTU), a vzporedno visoko KPK (340 mgO<sub>2</sub> dm<sup>-3</sup>) ter nižjo BPK<sub>5</sub>, kar vse kaže na akumuliranje onesnaženja na cestišču v daljšem obdobju, ko ni bilo spiranja. Visoka vrednost specifične električne prevodnosti (SEP) 3500 μS cm<sup>-1</sup> je bila posledica predvsem visoke vsebnosti kloridov (1200 mg dm<sup>-3</sup>) zaradi soljenja ceste, pa

	T	SEP	kalnost	KPK	BPK <sub>5</sub>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Pb	Cd	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
	°C	μS cm <sup>-1</sup>	FTU	mgO <sub>2</sub> dm <sup>-3</sup>	mgO <sub>2</sub> dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	μg dm <sup>-3</sup>	μg dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>
maks.	9.2	7810	780	480	45	1980	158	1790	76	19
min.	4.6	173	57	33	5	30	3	3	185	3
povp.	6.7	1920	285	150	17	520	47	680	50	8

Tabela 1: Rezultati meritev v zimskih mesecih.

Table 1: Results of measurements during winter.

	T	SEP	kalnost	KPK	BPK <sub>5</sub>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Pb	Cd	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
	°C	μS cm <sup>-1</sup>	FTU	mgO <sub>2</sub> dm <sup>-3</sup>	mgO <sub>2</sub> dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	μg dm <sup>-3</sup>	μg dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>
maks.	11.7	216	93	274	70	35	39	11100	250	10
min.	18.6	50	23	19	4	7	11	2280	65	2
povp.	15.9	126	50	113	21	18	23	3750	167	5

Tabela 2: Rezultati meritev v poletnem času.

Table 2: Results of measurements during summer.

T - temperatura, temperature; SEP - spec. el. prevodnost, conductivity; kalnost, turbidity; KPK - kemijska potreba po kisiku, chemical oxygen demand; BPK - biokemijska potreba po kisiku, biochemical oxygen demand; Cl<sup>-</sup> - kloridi, chlorides; SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> - sulfati, sulphates; Pb - svinec, lead; Cd - kadmij, cadmium; NO<sub>3</sub><sup>-</sup> - nitrati, nitrates.

tudi višje vsebnosti sulfatov (108 mg dm<sup>-3</sup>). Sorazmerno visoka je bila tudi vsebnost svineca. To začetno stanje se je med nadaljnimi vzorčevanji močno spreminjalo (slika 4). Ob počasnem upadu dotoka vode v lovilnik je razviden vzporeden začetni izrazit ter kasnejši umirjen upad vseh parametrov. Po sorazmerno dobrem in dolgem spiranju cestišča (skupno je padlo 32 mm dežja) ugotavljamo, da je po 11 urah (4. vzorec) pritekla v lo-

vilnik še sorazmerno onesnažena voda, kar se je kazalo predvsem v motnosti ( $57 \text{ FTU}$ ), KPK ( $44 \text{ mgO}_2 \text{ dm}^{-3}$ ) in vsebnosti svınca ( $460 \mu\text{g dm}^{-3}$ ). Kloridov je bilo še  $115 \text{ mg dm}^{-3}$ , SEP pa je bila  $470 \mu\text{S cm}^{-1}$ .

## PREGLED REZULTATOV OPAZOVANIH VODNIH VALOV

### 1. vodni val 24. marca 1993

Prvi vodni val smo spremljali 24. marca 1993 po dolgi zimski suši, ko je bil pretežen del decembra 1992 brez padavin, januarja, februarja in v začetku marca 1993 pa jih je bilo zelo malo ( $18.5 \text{ mm}$ ). Po treh sušnih mesecih je začelo 24. marca 1993 ob 7.00 deževati, dež pa je čez dan pojenjal in prešel v pršenje.

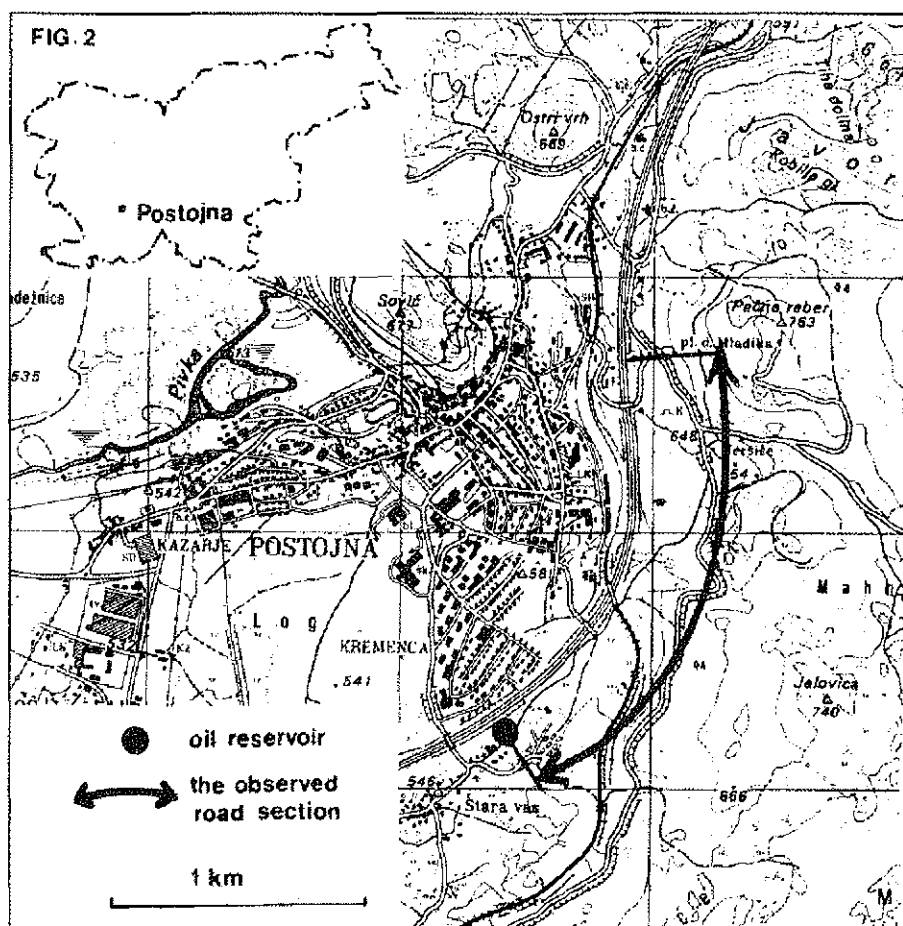
### 2. vodni val 3. junija 1993

April in maj 1993 sta bila sorazmerno suha, saj je skupno padlo le  $97 \text{ mm}$  dežja. Dobra dva tedna, preden

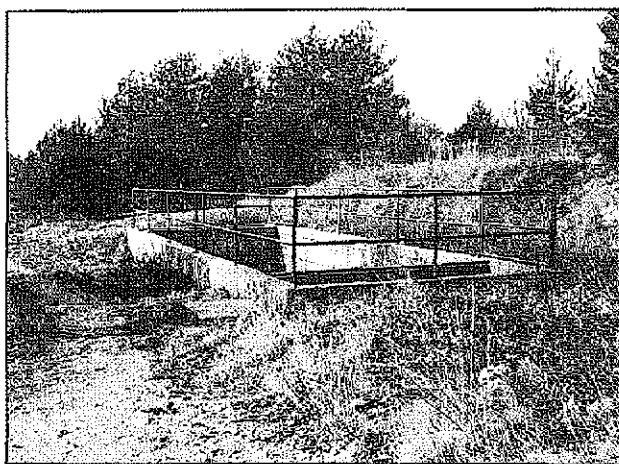
smo 3. junija opazovali 2. vodni val, ni bilo padavin. Na dan opazovanja je padlo  $30.5 \text{ mm}$  dežja. Najintenzivneje je deževalo od 7.00 do 8.00, ko je padlo  $15.5 \text{ mm}$  dežja, od 8.00 do 9.00 je padlo le  $3 \text{ mm}$  dežja, nato pa do 14.00 v presledkih le še  $1 \text{ mm}$ .

Prvo vzorčevanje ob 8.30, ob največjem dotoku vode v lovilnik, je pokazalo sorazmerno nizko vrednost SEP in kloridov, kar pomeni, da je bila sol po zimskem soljenju že sprana. Tudi kalnost je bila sorazmerno nizka ( $93 \text{ FTU}$ ), izstopajo pa visoka BPK<sub>5</sub> ( $70 \text{ mgO}_2 \text{ dm}^{-3}$ ), sorazmerno visoka KPK ( $220 \text{ mgO}_2 \text{ dm}^{-3}$ ), pa tudi visoka vsebnost svınca in kadmija. Ob naslednjem vzorčevanju ob 9.15 je bil dotok vode več kot 2-krat manjši, vendar pa smo izmerili opazno nižje vrednosti vseh merjenih parametrov, razen svınca. Očitno je prišlo v času prvega dežja do dobrega spiranja cestišča.

Sledilo je tretje vzorčevanje čez dobro uro, ko je bil dotok minimalen, nekako 4-krat manjši kot pri drugem vzorčevanju. Iz slike 5 je razviden manjši porast skoro vseh merjenih parametrov, kar si razlagamo s spiranjem še vedno prisotnega onesnaženja na cestišču, predvsem

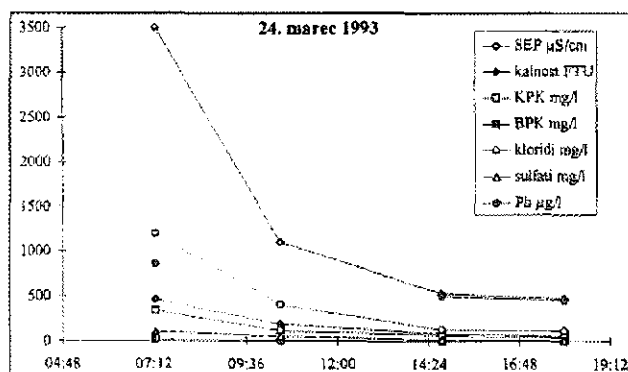


Slika 2: Opazovani odsek avtoceste pri Postojni in lovilnik olj, kjer smo vzorčevali odtekajočo vodo z avtoceste.  
Fig. 2: The observed section of motorway near Postojna and the oil collector where the water was sampled.



Slika 3: Lovilnik olj pri Stari vasi (foto J. Hajna).  
Fig. 3: The oil collector at Stara Vas (Photo: J. Hajna).

pa z manjšim razredčevanjem v primerjavi z drugim vzorcem. Izjema sta le motnost, ki je ostala konstantna, in vsebnost svineca, ki je nekoliko upadla. Na osnovi izmerjenih vrednosti oz. njihovih povprečkov in količine padavin, ki so padle na opazovani odsek ceste ob oceni evaporacije na nekako 30%, smo ocenili, da je priteklo v času drugega vodnega vala v lovilnik 300 m<sup>3</sup> vode. Ta je sprala s cestišča prek 5 kg kloridov, skoraj 8 kg sulfatov, prek pol kg svineca in 10-krat manj kadmija. Organsko onesnaženje je bilo ekvivalentno 35 kg O<sub>2</sub> (KPK), biološko razgradljivi del (BPK<sub>5</sub>) pa 14 kg O<sub>2</sub>. To je le groba ocena odtoklega onesnaženja, saj bi za popolnejši izračun potrebovali podrobnejša opazovanja, predvsem pa meritve pretoka. Na omenjeni odsek pade letno 40.000 m<sup>3</sup> padavin, izbrani val za oceno količine onesnaženja pa je bil v poletnem času, ko smo beležili v splošnem manjše onesnaženje kot pa v zimskem času.



Slika 4: Vodni val marca 1993: vrednosti merjenih parametrov ob upadajočem dotoku vode v lovilnik olj.  
Fig. 4: Water pulse on March 1993: the values of measured parameters at the decreasing water inflow into the oil collector.

### 3. vodni val 6. julija 1993

V drugi in tretji dekadi junija je deževalo 10 dni in padlo 115 mm dežja. Sledil je teden brez padavin. 6. julija je okoli 13.00 pol ure močno deževalo, in nato do večera bolj zmerno. Skupno je padlo 37 mm padavin. Glede na količino padavin je ta vodni val primerljiv z drugim vodnim valom, le da so bile padavine intenzivnejše in smo zajeli začetno močno naraščanje pretoka.

Ob prvem vzorčevanju ob 13.55 je bil dotok vode v lovilnik enak kot v začetku 2. vodnega vala. Vrednosti merjenih parametrov so bile le nekoliko višje, z izjemo svineca, kjer smo zabeležili maksimalno vrednost v okviru vseh dosedanjih meritev odtočne vode z avtoceste (11.1 mg dm<sup>-3</sup>). Pri drugem vzorčevanju, 10 minut za prvim, je bil pretok znatno višji in pri vseh parametrih smo zabeležili znižanje merjenih parametrov na polovične vrednosti, vsebnosti svineca pa na petino, predvsem kot posledico večjega redčenja. Ob tretjem zajemu, ki je sledil po nadaljnjih 10 minutah, pa je bil pretok že tolikšen, da je prišlo zaradi premajhnega odtoka iz lovilnika do zastajanja oz. naraščanja vode v lovilniku, kar je onemogočilo nadaljnje zajemanje. Spremljanje pretoka v tem valu je pokazalo, kako močan je lahko dotok voda s cestišča ob izdatnih, intenzivnih padavinah, kar je osnova za načrtovanje ustrezno velikih lovilnikov.

### 4. vodni val 29. septembra 1993

Po 3. opazovanem vodnem valu je padlo v juliju in avgustu 92 mm. V septembru je nato padlo 330 mm dežja, od tega kar 47 mm dva dni pred opazovanim valom. Cestišče je bilo res dobro sprano in pričakovali smo sorazmerno čiste odtočne vode s cestišča.

Dne 29. septembra je od 7.00 do 15.00 padlo 12 mm dežja. Prvi vzorec smo zajeli ob minimalnem dotoku v lovilnik. Zabeležili smo najnižje začetne vrednosti parametrov v okviru vseh opazovanih valov. SEP je dosegala 158 µS cm<sup>-1</sup>, motnost 64 FTU, KPK 44 in BPK<sub>5</sub> 7.3 mg O<sub>2</sub> dm<sup>-3</sup>. Voda je vsebovala tudi 24 mg dm<sup>-3</sup> sulfatov. Pri drugem vzorčevanju čez 2 uri in pol, ko je bil pretok kar nekajkrat večji, smo zabeležili od 2- do 3-krat nižje vrednosti merjenih parametrov. Ta vodni val je ponovno pokazal, da se s cestišča, kljub poprejšnjemu daljšemu in dobremu spiranju, odtekajo še sorazmerno onesnažene vode.

Pri odtoku teh voda v vodotok, kjer prihaja do razredčevalnih učinkov, bi po sedaj veljavni zakonodaji tako onesnažene vode lahko spuščali v vodotok. Vendar pa gre v našem primeru za direkten odtok v kras brez predhodnih razredčevalnih učinkov, in to na vodozbirnem območju zajetega izvira Malni, ki leži 140 m niže in le 2 km stran od avtoceste, v drugem varstvenem območju izvira (Odluk o zaščitnih območjih vodnega

vira Malni pri Planini pri Rakeku). Le nekaj km stran na območju Postojnske jame smo ugotavljali, da preide voda 100 m debele apnenice lahko tudi že v dobri uri (Kogovšek, 1995), tako da tudi na območju avtoceste lahko računamo s podobno prepustnostjo kamnin, kar pa bi pokazala le podrobnejša sledenja z območja avtoceste.

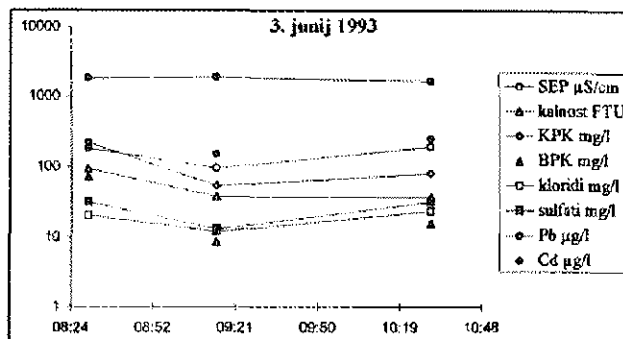
### 5. vodni val od 9. do 15. decembra 1993

V tem primeru smo opazovali spreminjanje sestave vode v času več dni, ko so padle sorazmerno izdatne padavine, vendar zelo neenakomerno. V oktobru in novembru je padlo 517 mm dežja. Začetek decembra je bil suh, 9. decembra pa so padle minimalne padavine (1 mm), vendar pa je bil dotok v lovilnik le nekoliko manjši kot v 4. vodnem valu. Verjetno je del vode prispeval tudi taleči se sneg ob robu ceste. Enajstega in trinajstega decembra je padlo skupno 22 mm dežja, štirinajstega decembra pa še 53 mm. Sestava prvega vzorca (9. decembra) je bila primerljiva s prvimi vzorci v 2. in 3. vodnem valu, z izjemo kloridov in specifične električne prevodnosti. Ob 2. vzorčevanju 14. decembra je bil dotok opazno višji kot ob prvem, vrednosti vseh merjenih parametrov z izjemo BPK<sub>5</sub> pa so znatno upadle. Čez dan je izdatno deževalo, dež pa se je nadaljeval še 15. decembra. Istega dne je bil dotok ob 3. vzorčevanju povišan, vendar ne toliko, kolikor bi pričakovali glede na količine dežja. Zabeležili smo znatno zmanjšanje SEP in vsebnosti kloridov (4-krat), manj pa motnosti ter vsebnosti sulfatov in svinca. KPK je celo nekoliko porasla, BPK<sub>5</sub> pa le neznatno upadla. Povprečne vrednosti so bile nekoliko nižje od povprečnih vrednosti za zimsko obdobje, z izjemo BPK<sub>5</sub>. Očitno je prišlo do glavnega odtoka in spiranja že med vzorčevanji, saj so intervali med vzorci tokrat trajali celo dan in več. Vzorci so tako odraz stanja po opisanem spiranju cestišča.

### 6. vodni val 26. januarja 1994

Po vzorčevanju 5. vodnega vala je v decembru padlo še 88 mm dežja, v januarju 1994 pa 140 mm. Teden dni pred vzorčevanji ni bilo padavin, 26. januarja pa je od noči do 14.00 padlo 4.2 mm dežja.

Te male padavine so slabo spirale cestišče, hkrati pa ni bilo večjega razredčevanja onesnaženja, kar se je odrazilo v sorazmerno visokih izhodnih vrednostih merjenih parametrov ob prvem vzorčevanju. Dotok vode je bil ob drugem vzorčevanju višji in izmerjene vrednosti vseh parametrov nižje. KPK je upadla 3-krat, SEP in vsebnost kloridov 2.5-krat; podobno tudi sulfati, manj pa BPK<sub>5</sub>, kalnost, vsebnost svinca in kadmija. Povprečne vrednosti vseh parametrov, razen BPK<sub>5</sub> in vsebnosti svinca, močno presegajo povprečne zimske vrednosti.



Slika 5: Vodni val junija 1993: vrednosti merjenih parametrov v poletnem vodnem valu

Fig. 5: Water pulse on June 1993: the values of measured parameters during the summer water pulse.

### 7. vodni val 24. februarja 1994

Februarja 1994 so padle manjše količine padavin, dva tedna pred opazovanjem 7. valom pa ni deževalo. Dne 23. februarja je začelo kasno popoldne deževati in je različno intenzivno deževalo ves dan.

Prvi vzorec smo zajeli naslednji dan zjutraj ob sorazmerno velikem dotoku v lovilnik. Zabeležili smo sorazmerno nizke vrednosti vseh parametrov z izjemo svinca. Očitno je prišlo do odtoka prvega onesnaženja že pred našim vzorčevanjem. Ob drugem vzorčevanju čez 6 ur dotok vode v lovilnik ni bistveno upadel, večurno dobro spiranje pa se je pokazalo v do 3-krat nižjih vrednostih merjenih parametrov z izjemo sulfatov in kloridov, ki so bili konstantno zelo nizki (le 3 mg dm<sup>-3</sup>). Vsebnost kloridov in SEP je bila le nekoliko povečana, kar kaže na to, da je soljenje v zimskem času zelo odvisno od vsakokratnih razmer.

### SESTAVA VODE, KI IZ LOVILNIKA OLJ ODTEKA V KRAS

Spremljanje sestave vode, ki odteka iz lovilnika olj, je v zimskih mesecih pokazalo v primerjavi s sestavo dotoka do 7-krat povečane vrednosti SEP in vsebnosti kloridov ter do 2-krat povečane koncentracije sulfatov. To pomeni, da so se v suhem obdobju pred padavinami posamezne komponente raztopine v lovilniku predvsem zaradi izhlapevanja močno obogatile.

Nižje vrednosti v odtoku glede na dotok pa smo izmerili pri motnosti in KPK, kar je posledica usedanja trdnih delcev v lovilniku, ki je imel tudi vlogo usedalnika, pred dotokom sveže vode ali pa v času manjših dotokov, ko ni prišlo do premešanja usedline. Do takega mešanja pa pride ob prvem večjem povečanju dotoka, ko dotekajoča voda dobro premeša usedlino, ki kot suspenzija odteka v kras. To se manj ali bolj izrazito pokaže v povečanih vrednostih skoraj vseh parametrov odtoka v primerjavi z dotokom, predvsem pa v pove-

čanju motnosti, KPK, vsebnosti kloridov, sulfatov in svinca.

### KAJ LAHKO SKLENEMO ?

Odsek za fizikalno kemijo in kemijo okolja Inštituta Jožef Stefan in Oddelek za geologijo ljubljanske Fakultete za naravoslovje in tehnologijo sta ugotavljala onesnaženje tal in vegetacije s težkimi kovinami, predvsem s svincem ter cinkom in nikljem, le v neposredni bližini avtocest (Rotar, 1994). Očitno večina onesnaženja ostaja na cestišču. Padavine ga spirajo in tako na kraškem svetu odteka prek lovilnikov olj direktno v kras, kjer lahko ogroža zaloge pitne vode.

Iz naštetih podrobnejših raziskav odtočne vode z avtoceste ugotavljamo, da imajo le-te v zimskem obdobju opazno povišane koncentracije kloridov in sulfatov, kar se kaže tudi v SEP, v primerjavi s poletnim časom, ko smo ugotavljali predvsem povišane vsebnosti svinca in kadmija. Ob zadostni količini padavin v posameznem naliivu se cestišče postopoma spira, kar se kaže v vse boljši kvaliteti zaporednih vzorcev. To pomeni, da največja količina onesnaženja odteka ob začetnem spiranju. Vendar pa vrednosti parametrov tudi po močnem spiranju cestišča ob izdatnih in intenzivnih padavinah ne padejo pod neko določeno mero, česar tudi ni mogoče pričakovati, saj stalen promet pomeni konti-

nuirno onesnaževanje. Ta spoznanja bi na območjih zaledij kraških izvirov, ki so zajeti za vodno oskrbo prebivalstva, zahtevala, da se prestrežejo in očistijo začetne količine najbolj onesnažene odtočne vode s cestišču. Primerno grajeni lovilniki olj pa bi hkrati lahko služili kot usedalniki za vse odtočne vode z avtoceste, ki pa bi jih bilo potrebno jeseni in spomladi pred izdatnimi deževji redno prazniti, saj smo ugotovili, da se v njih koncentrirajo topne snovi, kot tudi kopičijo trdni delci. Od težkih kovin smo poleg svinca in kadmija v vodi z avtoceste določili tudi cink in baker. Čeprav so to prve meritve, pa kar ne moremo mimo dejstva, da so te kovine prisotne tudi v sedimentu bližnjega izvira Malni, ki je zajet za vodno oskrbo prebivalstva postojnske občine. Seveda je možnost vnosa teh kovin tudi iz drugega vira, vsekakor pa bi bilo potrebno to ugotoviti.

Mislím, da bi bilo potrebno v takih primerih, kot je opisan primer Malnov, kjer v bližini potekajo avtocesta, dve lokalni cesti in železnica, podrobneje preučiti, kam odteka voda z območja komunikacij. To je pomembno zaradi onesnaževanja v rednih razmerah kot tudi zaradi morebitnih izlitiij nevarnih snovi, do katerih lahko pride ob prometnih nesrečah, kot sta bili izlitiije mineralnih olj oktobra 1993 pri Kozini (Knez *et al*, 1994) in leto kasneje plinskega olja pri Obrovu, ko je bil onesnažen najpomembnejši primorski vodni vir - Rižana.

### RIASSUNTO

*L'articolo tratta le minuziose misurazioni effettuate sulle acque meteoriche inquinate che defluiscono dall'autostrada al depuratore presso Postumia e presenta i risultati conseguiti nella prosecuzione di alcune ricerche già pubblicate in precedenza (Kogovšek, 1993). Questa volta abbiamo controllato attentamente la composizione dell'acqua defluita dall'autostrada durante sette precipitazioni atmosferiche verificatesi d'inverno e d'estate. Abbiamo analizzato 18 campioni di acqua di deflusso e 18 campioni dell'acqua che dal depuratore scorre direttamente nel terreno carsico. L'inquinamento defluisce dall'autostrada in quantità maggiori all'inizio delle precipitazioni, benché il valore dei parametri misurati non scenda sotto un certo limite nemmeno con precipitazioni piuttosto intense, conseguenza di un'azione inquinante permanente. Causa il traffico, la quantità maggiore di inquinamento resta evidentemente sul manto d'asfalto. La presenza di metalli pesanti è stata riscontrata soltanto sul terreno e sulla vegetazione nelle immediate vicinanze dell'autostrada. Tra i metalli pesanti contenuti nelle acque di deflusso dell'autostrada abbiamo individuato oltre a piombo e cadmio anche zinco e rame. I medesimi metalli sono presenti nei sedimenti della sorgente di Malni, a soli due chilometri di distanza, adibita al rifornimento idrico della popolazione del comune di Postumia. Si dovrebbe scoprire l'origine di questo inquinamento, per non doverci lamentare tra alcuni anni di aver commesso un'altro errore ecologico che, in maniera semplice e a prezzo contenuto, avremmo potuto evitare in tempo.*

### LITERATURA

Knez, M., A. Kranjc, B., Otoničar, T. Slabe. & S. Svetličič, 1994. Posledice izlitiija nafte pri Kozini. Ujma, 8, 74-80, Ljubljana.  
Kogovšek, J., 1993. Kakšna je sestava voda, ki odtekajo z naših cest? Ujma, 7, 67-69, Ljubljana.

Kogovšek, J., 1995. The surface above Postojnska jama and its relation with the cave. The case of Kristalni rov. Proc. of Symposium international Show caves and environmental monitoring, 29-39, Frabosa soprana.  
Rotar, J.P., 1994. Raziskave bodo spremljale vpliv novih avtocest na okolje. Delo, 5. 10. 1994, Ljubljana..