

HIDROLOŠKI VIDIKI VAROVANJA KAKOVOSTI PODTALNIC NA SLOVENSKEM

Zlatko Mikulič*

UDK 556.32 (497.12)

Ravninska polja na rečnih prodnih naplavinah so pomembna poselitvena območja z razvitim kmetijstvom, industrijo in prometom, obenem pa tudi vir podtalnice za vodooskrbo. Dosedanja urbanizacija in gospodarski razvoj sta bila pogostokrat v škodo varovanja tega naravnega bogastva. V primeru onesnaženja vodonosnika postane pomanjkanje kakovostne vode omejevalni dejavnik pri nadaljnjem razvoju. Ob upoštevanju hidroloških značilnosti vodonosnikov se je možno pri smotrnem prostorskem načrtovanju izogniti onesnaženju podtalnice, ga omiliti ali tako prostorsko omejiti, da ne ogroža vodooskrbe.

Ravninska topografija, rodovitna prst in geografska lega območij ravninskih vodonosnikov podtalnice so bili privlačni za poselitev že v antiki, ko so tod živeli Iliri, Kelti in Rimljani. Večina pomembnih rimskih postojank in naselbin na Slovenskem se je razvila prav na ravninah ob rekah, ki so usmerjale glavne prometne smeri. Tako so nastali Emona ob Ljubljanskem polju in Ljubljanskem barju, Celeia v Spodnji Savinjski dolini, Poetovio ob Ptujemskem polju in Neviodunum na Krškem polju. Razvoj ravninskih območij se je nadaljeval tudi v poznejših obdobjih in se pospešeno stopnjeval od 19. stoletja naprej. Vse bolj so se razmahnili urbanizacija, intenzivno kmetijstvo, industrija, transport, izkoriščanje hidroenergije, izkop prod in zajemanje podtalnice za pitno vodo.

Povečane potrebe po pitni in kakovostni tehnološki vodi so iz prvotnega nenačrtnega črpanja vode iz kopanih vaških vodnjakov privedle do izgradnje črpališč. Pomemben mejnik je začetek rednega neprekinjenega obratovanja ljubljanskega črpališča v Klečah 1. 11. 1890, ko se je začela vodooskrba v sodobnem pomenu, kot jo poznamo danes.

V novejšem obdobju se je začelo opazovati vse pogostejše in resnejše pojave onesnaženja podtalnic, ki so posledica zane-marjanja varovanja podzemne vode pri razmahu različnih dejavnosti človeka na območjih ravninskih polj. Do nasprotja med razvojnimi zahtevami in potrebo po čisti vodi včasih prihaja zaradi slabega poznavanja problema in neupoštevanja različnih strokovnih znanj, ki so pomembna za načrtovanje in izvedbo zaščitne kakovosti pitne vode. Med ta znanja spada poznavanje hidroloških danosti, ki so odločilne v varovanju podtalnic na Slovenskem.

Viri onesnaževanja

Komunalne odplake urbaniziranih predelov so vir biološkega in kemijskega

onesnaževanja. Z razvojem se spreminjata sestava in razmerje med polutanti, od nekdanj pretežno bioloških do vse večjega števila in deleža kemijskih polutantov. Izgradnja komunalne infrastrukture ni vselej v prid zmanjšanja onesnaženja. Če je kanalizacija slabo izvedena, se stanje celo poslabša. Na mestu, kjer cevovod pušča, prihaja onesnaženje v podtalnico koncentrirano in točkovno.

Industrijski obrati onesnažujejo pretežno s kemijskimi polutanti, katerih število se z vpeljevanjem novih tehnologij povečuje. Vdor v podtalnico je lahko točkovni in koncentriran na območju industrije same ali pa posreden kot infiltracija iz površinskega vodotoka, onesnaženega od izpusta industrijskih odplak gorvodno od polja.

Intenzivno kmetijstvo onesnažuje podtalnico na več načinov. Poljedelstvo predvsem z gnojili in strupi. To onesnaženje je bolj ali manj enakomerno razporejeno na večjih površinah. Živalske farme obremenjujejo podtalnico posredno z odplaki ali koncentrirano in točkovno na območju samega objekta.

Odlagališča odpadkov so točkovni viri kemijskega in biološkega onesnaženja. Pogostokrat, posebej pri manjših divjih odlagališčih, gre za časovno bombo. Onesnaženje se pojavi po poteku nekega časa, kadar je presežena samočistilna moč vodonosnika ali ko zaradi spremembe kemijskega ozadja škodljiva snov postane topna v vodi.

Promet na območju vodonosnika stalno onesnažuje okolje — in s tem posredno podtalnico — z izpuhi in izpusti. Za podtalnico so zelo nevarni točkovni viri koncentriranega onesnaženja z izlivi ob prometnih nesrečah vozil, ki prevažajo nevarne snovi.

Izgradnja nekaterih površinskih akumulacij ogroža kakovost podtalnice na več načinov. Zajezev reke v akumulacijsko jezero poveča delež infiltracije rečne vode v vodonosnik. Če je vodotok onesnažen, se onesnaženje v večji količini prenaša v podtalnico. Zvišanje rečnega vodostaja vpliva na zvišanje podzemne gladine, s čimer se zmanjša debelina zaščitne kro-

vne plasti. Z zamuljevanjem umetnih jezer na onesnaženih vodotokih se v sedimentih pogosto akumulirajo nevarne snovi, ki se potem izpirajo v podzemlje.

Izkop prod iz prodnih jam odpira na vodonosniku za onesnaženje občutljiva območja s stanjšano zaščitno krovno plastjo. Za podzemno vodo so najnevarnejša kvaziekološka saniranja pokrajine, ko se opuščene prodne jame zasipava z odpadki, včasih celo nekontrolirano z nevarnimi snovmi.

Vdor in širjenje onesnaženja

Usoda in posledice onesnaženja po vdoru v vodonosnik so odvisne od polutanta samega in tudi od fizikalno-kemijskih, hidrogeoloških in hidroloških značilnosti vodonosnika.

Fizikalno-kemijske lastnosti so pomembne pri nastanku in širjenju polutanta. Ne-katere neškodljive ali manj škodljive snovi lahko v reakciji s spojinami, že prisotnimi v vodi, dajo visoko nevarno snov (npr. povečanje topnosti kovin ob prisotnosti površinsko aktivnih snovi). Drugič so lahko potencialno nevarne snovi dalj časa inertne v vodonosniku, vendar ob spremembi ozadja, npr. pH, postanejo topne v vodi (npr. aluminij) in takrat povzročijo onesnaženje. Razmerje med specifično težo vode in polutanta določa stratifikacijo v podzemni vodi. Naftni derivati se npr. zadržujejo v vrhnji coni podtalnice.

Hidrogeološke značilnosti vodonosnika so odločilne pri vdoru in širjenju polutanta skozi vodonosnik. Najbolj pomembna je razporeditev vodoprepustnih in vodoneprepustnih plasti. Včasih že tanka glinasta plast prepreči vdor polutanta ali preusmeri širjenje v preostale dele vodonosnika. Nehomogenosti v vodoprepustnosti znotraj vodoprepustnega kompleksa določajo poudarjene smeri hitrejšega širjenja onesnaženja vzdolž con z boljšo prepustnostjo. Prav tako sta pomembna

* Mag., Ministrstvo za varstvo okolja in urejanje prostora, Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, Vojkova 1 b, Ljubljana.

134 litološka in granulometrična sestava vodonosnih plasti. Praviloma vsebnost mineralov glin in drobnozrnatih frakcij v produ povečuje samočistilno moč vodonosnika, seveda pa tudi zmanjšuje vodoprepustnost.

Najpomembnejše hidrološke danosti, ki jih je treba upoštevati pri oceni nevarnosti vdora in širjenja onesnaženja, oziroma pri načrtovanju varovanja vodonosnika, so:

- viri bogatenja podtalnice,
- smer in gradient podzemnega toka,
- globina do gladine vode,
- vodno stanje.

Ob poznavanju hidroloških parametrov je možno opredeliti potencialne cone vdora onesnaženja v vodonosnik, samočistilni potencial, odvisen od poti do podtalne vode in vpliva razredčenja, ter smer in hitrost širjenja polutanta v podtalnici. Te informacije so pomembne za načrtovanje in izvedbo zaščite podtalnice. Nekatere od teh informacij, pomembnih za prostorsko načrtovanje, so razvidne iz kartografskega prikaza aluvialnih vodonosnikov v Sloveniji.

Viri bogatenja podtalnice

Vire bogatenja podtalnice je treba poznati, da se opredeli, kje in kako lahko one-

snaženje priteče v podtalnico. Podtalnica v aluvialnih vodonosnikih se bogati z infiltracijo padavin, padlih na območju polja, infiltracijo padavin in dotokom s padavinskega območja na obrobju in z infiltracijo rečne vode v prodni zasip tam, kjer so površinski vodotoki zarežani v vodonosnik.

To pomeni, da ni dovolj varovati samo ravninska območja, temveč je treba zaščititi tudi obrobja, s katerih je dotok, in vodotoke gorvodno od con infiltracije v podtalnico (slika 1). Vir onesnaženja podtalnice je lahko na območju polja samega, lahko je pa tudi izven njega. V prvem primeru se onesnaženje širi z infiltracijo onesnaženja s površine, v ostalih primerih pa priteče v vodonosnik skupaj z vodo, ki bogati podtalnico. Zato je pri strategiji varovanja kakovosti podtalnice potrebno poznati za vsak vodonosnik posebej vse tri glavne vire bogatenja: infiltracijo s površine na polju samem, dotok iz obrobne zaledja in infiltracijo iz površinskega vodotoka.

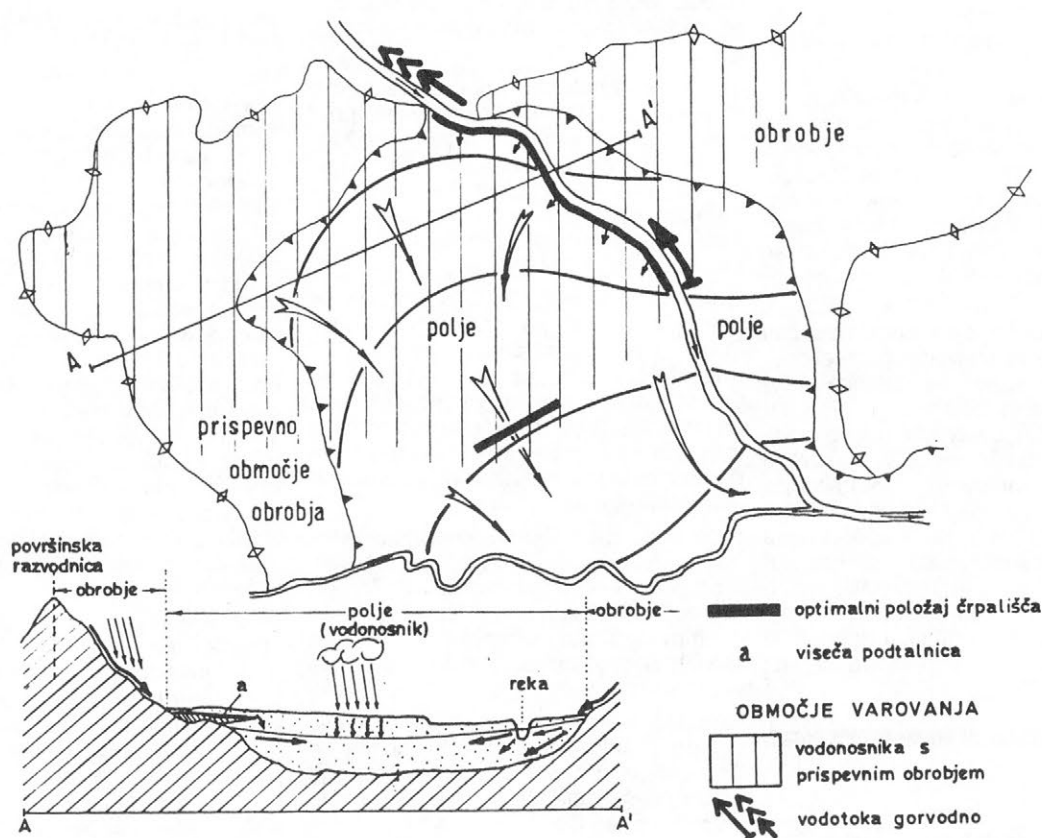
Infiltracija s površine na območju polja je ponavadi najnevarnejši vidik onesnaženja, ker je v tem primeru pot do podtalnice kratka, obenem je razredčenje slabo.

Pri tem načinu vdora se pogosto zasledi onesnaženje od kmetijstva, ki ga pri preostalih dveh načinih skorajda ne zasledimo. To je zaradi narave kmetijskih polutantov, ki so bolj ali manj prostorsko dispergirani na polju in lahko vdrejo v podtalnico le, če je pot zelo kratka. Drugače

je pri daljšem transportu vpliv razredčenja gnojil ali pesticidov tako velik, da se kakovost podtalnice bistveno ne spremeni. V novejšem času je značilen primer poslabšanja kakovosti vode zaradi kmetijstva (povečana vsebnost nitratov od gnojil) v podtalnici Spodnje Savinjske doline.

Praktično vsi naši ravninski vodonosniki se napajajo tudi z dotokom iz obrobja. Poznavanje tega zaledja je zelo pomembno, ker je potrebno ščititi celo padavinsko območje, ki bogati podtalnico. Primer takega onesnaženja je bil pred leti pojav povečane koncentracije Cr^{6+} (šestvalentni krom) v črpališču Kleče na Ljubljanskem polju, in sicer v vodnjaku, najbližjem industrijski coni Šiška na obrobju vodonosnika. Onesnaženje se je najprej razširilo na obrobju v lokalno plitvo visečo podtalnico, od koder se je z njo prelivalo v glavno podtalnico in se širilo prečno na glavno smer toka ter tako občno doseglo linijo vodnjakov črpališča.

Veliko naših ravninskih vodonosnikov dobiva vodo s pronicanjem iz površinskih vodotokov. Za zaščito teh podtalnic je treba ščititi vodotoke gorvodno od polja. Pred leti je prišlo do onesnaženja v črpališču Jarški prod pri Črnučah. Pitna voda je imela neprijeten vonj. Po raziskavih se je ugotovilo, da so vzrok vonja organska topila, ki so v podtalnico pritekala iz Save. Vir onesnaženja je bil izpust industrijskih odpadkov v površinski vodotok gorvodno od Ljubljane.



Slika 1. Območje varovanja vodonosnika pred onesnaženjem.

Smer in gradient podzemnega toka

Že bežen pogled na priloženo karto vodonosnikov da informacijo o potencialnih območjih dotoka onesnaženja v podtalnico. Prav tako se iz smeri podzemnega toka da sklepati o virih bogatenja podtalnice in recipientih podtalnice — odtokih. Pri dotokih z obrobij so generalne smeri stalne. Padavine, ki padejo na polja in potem pronicajo v podzemlje, bistveno ne vplivajo na generalne smeri toka podtalnice. V območjih kontakta vodonosnikov s površinskimi vodotoki je smer podtalnice lahko stalna, lahko pa se lokalno bistveno spreminja v času. S tem se spreminja vloga vodotoka. Vodotok, ki je pretežen čas odtok, v drugem krajšem obdobju postane vir bogatenja podtalnice in obratno, vodotok, pretežno vir bogatenja, občasno postane odvodnik podtalnice.

Reka Drava, ki na vzhodnem robu omejuje Dravsko polje, je stalen odvodnik podtalnice, tok podzemne vode je torej stalno usmerjen k reki.

Sava na odseku med Tacnom in Črnučami stalno pronica v vodonosnik Ljubljanskega polja. Je stalen vir bogatenja podtalnice in smer toka od reke v osrednji del polja je stalna. Tovrstni značaj smeri stalnega toka od reke v notranjost vodonosnika je ravno tako na Sorškem polju.

Dolvodno od jezua JE Krško na Savi je reka na nekaj kilometrskem odseku vir bogatenja podtalnice Krškega polja, občasno pa odvodnik podzemnega toka. Občasne večje spremembe smeri toka ob rekah ugotavljajo na Brežiškem polju, Prekmurskem polju, v Spodnji Savinjski dolini in dolini Kamniške Bistrice.

Potem ko onesnaženje doseže podtalnico, je nadaljnje širjenje odvisno od smeri in gradienta podzemnega toka. Ob večjem gradientu je tok podtalnice hitrejši in s tem tudi širjenje polutanta. Hitrost podzemnega toka je odvisna tudi od koeficienta poroznosti in koeficienta hidravlične prevodnosti, ki je v prouku velikostnega reda od 10^{-3} m/s do 10^0 m/s. Zato ni možno podati splošno veljavne hitrosti razen grobih orientacijskih vrednosti, dobljenih iz hitrosti širjenja visokovodnega vala reke v notranjost vodonosnika ali širjenja onesnaženja ob ekoloških nesrečah. V naših vodonosnikih so bile te hitrosti velikostnega reda nekaj deset do nekaj sto metrov na dan.

Onesnaženje se širi v podtalnici s transportom vzdolž smeri toka in z difuzijo prečno na tok. Difuzija je praviloma počasnejša, zato ima onesnaženje obliko razpotežene kaplje z daljšo osjo v smeri toka. V hipotetičnem primeru točkovnega kontinuiranega vdora polutanta se bo onesnaženje v tlorisu širilo pahljasto po toku podtalnice navzdol. To pomeni, da se v določenem prečnem prerezu onesnaženje lahko razpotegne po celi širini vodonosnika. Takó točkovni vir

onesnaži vso podtalnico dolvodno do tega kritičnega prereza.

Večja črpališča pitne vode se gradi z baterijo vodnjakov v liniji prečno na tok v prerezu, kjer je zajet maksimalni pretok podtalnice. Zato vsako onesnaženje v gorvodnem delu vodonosnika ogrozi vodo v črpališču (slika 2). Ob upoštevanju faktorja smeri podzemnega toka bi prostorsko načrtovanje na ravninskih poljih moralo biti tako, da so potencialne okolju nevarne dejavnosti skoncentrirane čim bolj dolvodno po toku podtalnice, vsekakor pa dolvodno od prerezov maksimalnega pretoka predvidenih za črpališča.

Primer, ko se je to poskušalo doseči v maksimalno možni meri, je črpališče Kleče. Velika vrzel v urbanizaciji Ljubljane, v njenem severnem delu, je ravno območje med Klečami in Savo, to je vzdolž toka podtalnice od Save proti črpališču, s čimer se ščiti kakovost pitne vode. V nasprotju s tem je obsežna industrijska cona na Sorškem in Krškem polju, ki je v najbolj gorvodnem delu polja, od koder se bogati podzemna voda. Upoštevanje zaščite podtalnice pri prostorskem načrtovanju povsod ni smiselno in možno. Takrat se je treba odločiti, ali je pomembnejše varovanje ravninskega vodonosnika ne glede na njegovo izdatnost ali urbanizirati in vsestransko razvijati vse predele polja ne glede na vpliv na podtalnico. Po taki presoji bi že zdavnaj morali ugotoviti, da je Sorško polje po bogastvu podtalnice izjemen vodonosnik celo v evropskem merilu, in ga ustrezno zaščititi.

Globina do podtalnice

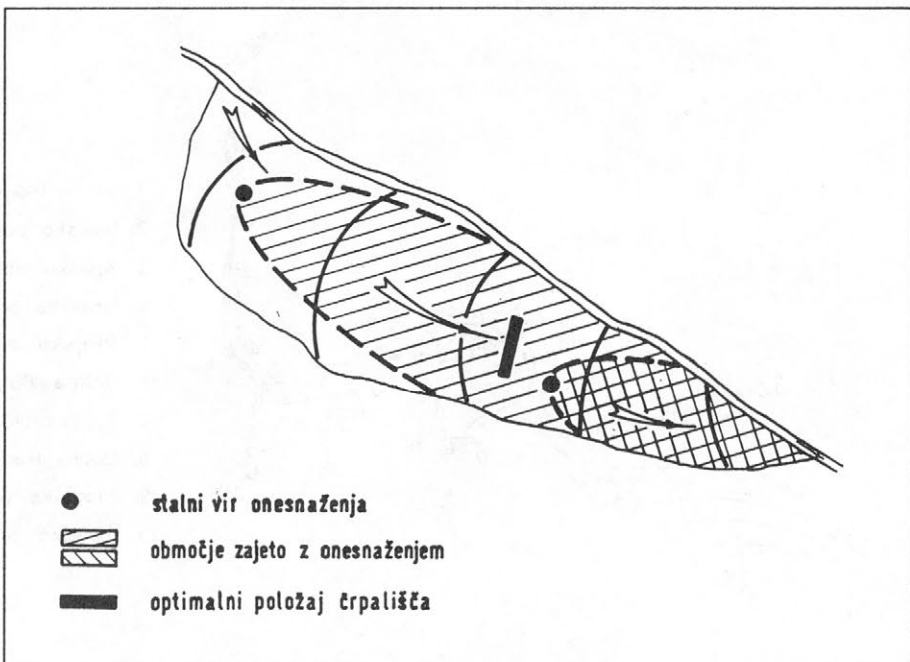
Globina do gladine podtalnice je dejavnik, ki določa vertikalno komponento fil-

tracijske poti od vstopa v vodonosnik do podzemne vode. Onesnažena voda iz določenega vira se na poti do podtalnice delno očisti zaradi učinka filtriranja v prodnem zasipu in razredčenja z vodo iz drugih virov bogatenja. Učinek samočiščenja je sorazmeren filtracijski poti, zato so globlje ležeče podtalnice praviloma bolj zaščitene pred onesnaženjem.

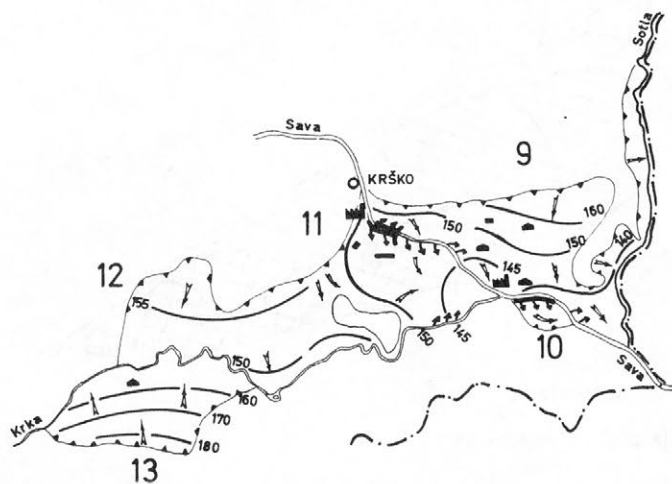
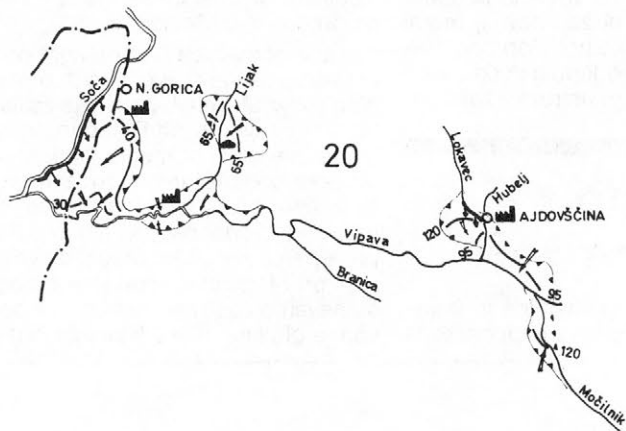
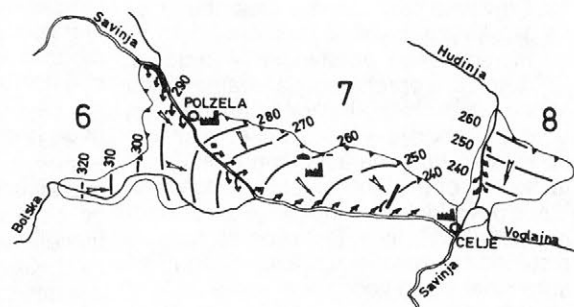
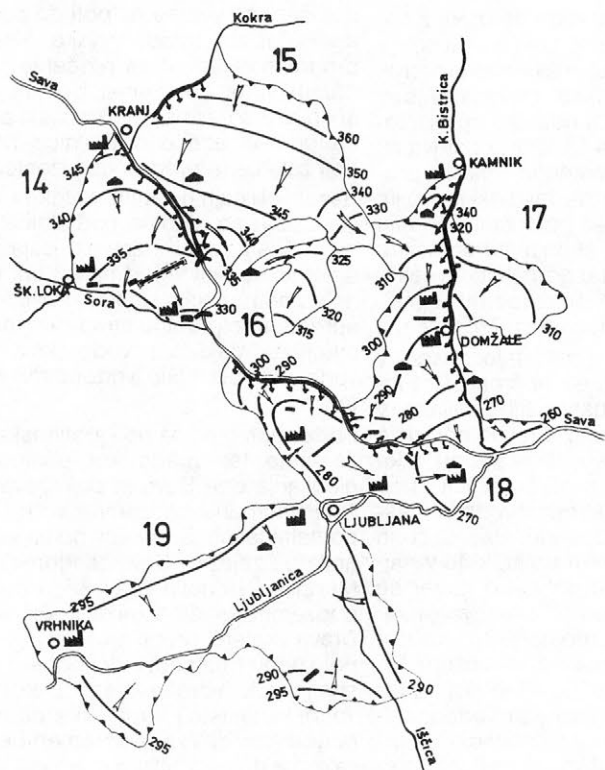
Razen običajnih letnih potočkov oscilacij vodostaja se gladina podtalnice spreminja v času zaradi naravnih dejavnikov in umetnih vplivov. Med naravnimi vplivi so najpomembnejši klimatski dejavniki in spremembe globine strug rek, med umetnimi pa zajezitve vodotokov, črpanje vode in v plitvejših vodonosnikih melioracije.

Podzemna gladina na Ljubljanskem polju že vrsto let upada kot posledica poglabljanja dna Save in povečevanja količine načrpane podzemne vode. Gladina podtalnice na Sorškem polju se je dvignila po zajeitvi Save za hidroelektrarno Mavčiče. Na delih Dravskega polja se je podzemna gladina znižala, ker je upadla Drava, katere pretežna količina vode je po neprepustnem dovodnem kanalu speljana k hidroelektrarni Zlatolčje; odvodni kanal iste hidroelektrarne pa drenira podtalnico. Vse te spremembe so vplivale na dolžino filtracijske poti in s tem izboljšale ali poslabšale varnost podtalnice pred onesnaženjem.

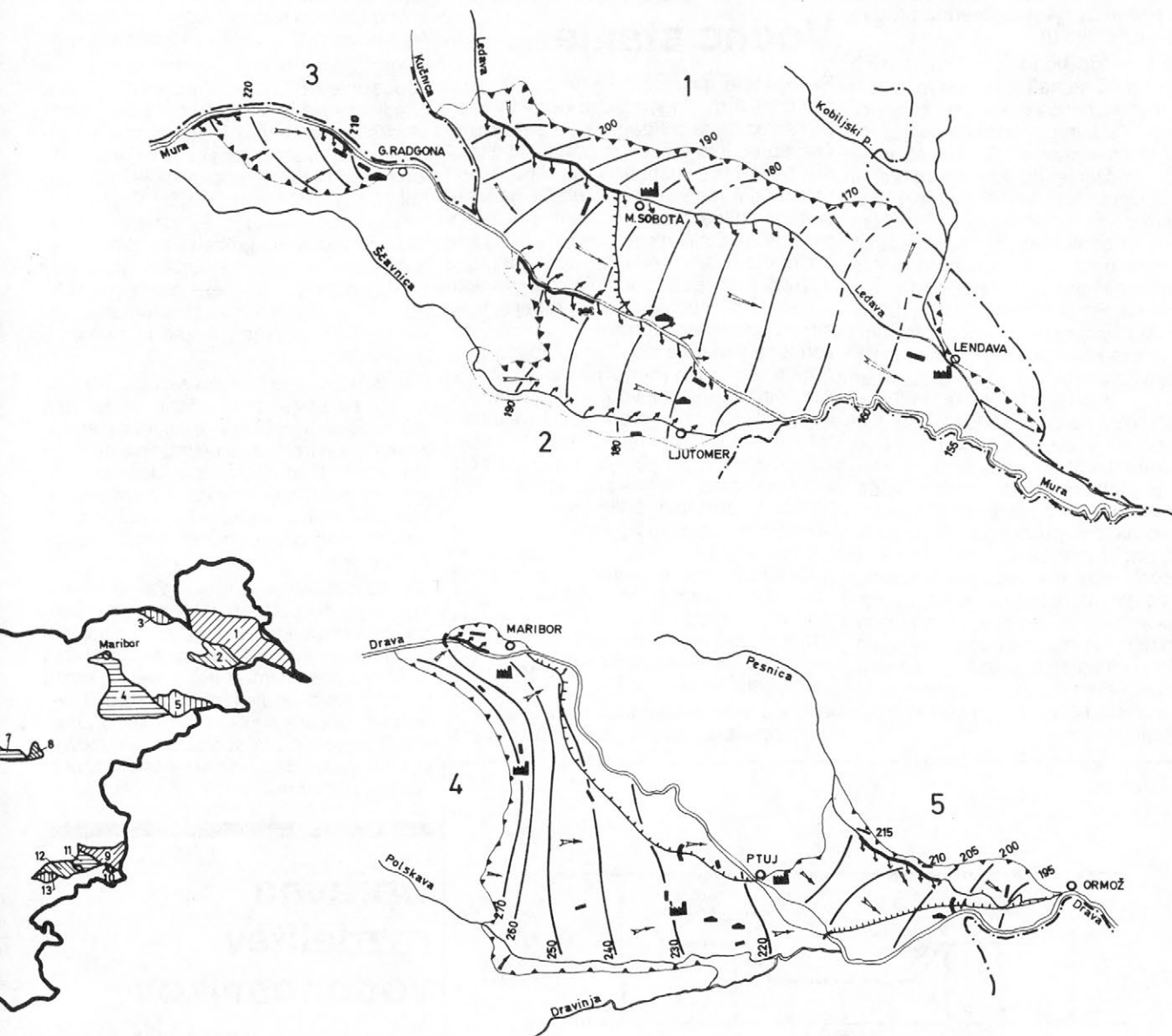
Zvišana podtalnica na Sorškem polju je v pretežnem delu polja še vedno med najglobljimi v Sloveniji, vendar je zalila prodno jamo severno od Reteč in nastali bajej je nevarno območje neposrednega prodora onesnaženja v podzemno vodo. Ni znano, ali je podzemni nivo narasel nad dno z odpadki zasutih prodnih jam pri Jeperci, kar lahko ogrozi dolvodna zajetja pri Medvodah. Tovrstna odlagališča so nevarna časovna bomba, ker po dvigu vodne gladine ni več filtriranja onesnaže-



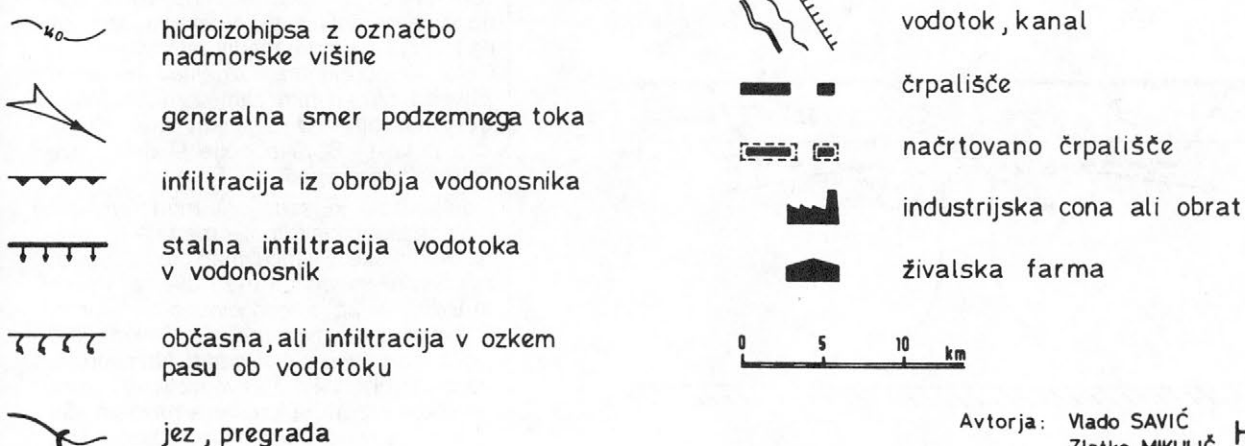
Slika 2. Vpliv smeri podzemnega toka na širjenje onesnaženja. Položaj vira onesnaženja vpliva na velikost onesnaženega območja vodonosnika.



- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 1. Prekmursko polje | 11. Krško polje |
| 2. Mursko polje | 12. Krakovski gozd |
| 3. Apaško polje | 13. Šentjernejsko polje |
| 4. Dravsko polje | 14. Sorško polje |
| 5. Ptujsko polje | 15. Kranjsko polje |
| 6. Dolina Bolske | 16. Vodiško polje |
| 7. Sp. Savinjska dolina | 17. Dol. Kamniške Bistrice |
| 8. Dolina Hudinje-Voglajne | 18. Ljubljansko polje |
| 9. Brežiško polje | 19. Ljubljansko barje |
| 10. Čateško polje | 20. Vipavsko-Soška dolina |



ALUVIALNI VODONOSNIKI V SLOVENIJI



0 5 10 km

Avtorja: Vlado SAVIČ
Zlatko MIKULIČ HMZ RS

138 ne precejnice skozi krovne prodne plasti, marveč onesnaženje neposredno prodira v podtalnico (slika 3).

Vpliv globine do vode, oziroma dolžine filtracijske poti, se na Slovenskem kaže v naravi onesnaženosti podtalnic. Vsa polja so izpostavljena onesnaževanju z industrijo in kmetijstvom, vendar na vseh poljih onesnaženje od kmetijstva še ni enako kritično. Na Prekmurskem polju, Dravskem polju, Krškem polju, Ptujskem polju in v Spodnji Savinjski dolini stalno ali občasno ugotavljajo kritična onesnaženja z nitrati in pesticidi. Nasprotno so ti polutanti na Sorškem polju in Ljubljanskem polju v dopustnih koncentracijah, čeprav je tam prav tako intenzivna kmetijska dejavnost. Razlog je v globini do podtalnice. V skupini polj s kritičnim onesnaženjem so plitvi vodonosniki, kjer je globina do vode manj kot 10 metrov, pogosto manj kot 5 metrov, v drugi skupini pa je globina v osrednjih delih vodonosnikov velikostnega reda 25 metrov. Samočistilna moč prodnega zasipa na filtracijski poti v globokih vodonosnikih je še zadovoljiva za dispergirano kmetijsko onesnaženje, medtem ko koncentrirani točkovni vdori industrijskega onesnaženja samočistilno moč tudi tod presegajo. Zato so podtalnice povsod na Slovenskem onesnažene z industrijskimi polutanti, ne glede na to, ali so vodonosniki plitvi ali globoki.

Vodno stanje

Ravnovesje med dotoki in v vodonosnik iz različnih virov bogatenja in odtoki v recipiente oziroma odvzemi vode se dinamično spreminja v času in prostoru. Gladina podtalnice nenehno oscilira, njena prostorska razporeditev sledi le generalnim zakonitostim za določeno polje. Posebej je občutljivo ravnovesje med gladino podtalnice in reke zaradi hitrejšega odziva rečnega vodostaja na zunanje vzpodbude. Rečni vodostaj hitreje naraste in upade od podzemne gladine, razen tega ima reka različno zaledje od vodonosnika. Tako je možno veliko število različnih kombinacij vodnega stanja reke in podtalnice. Ob istem vodostaju reke bo v enem primeru rečna voda infiltrirala v podzemlje, v drugem bo recipient podzemnega toka. Odnos podtalnice z infiltracijo s površine polja in dotokom z obrobja je bolj ali manj enoznačen, ker je tok večinoma v eno smer. Vendar so tudi tukaj izjeme, npr. pri plitvih vodonosnikih. Na Prekmurskem polju z globino do podtalnice ponekod manj kot 2 metra je v poletnih mesecih evapotranspiracija tako velika, da povzroča ritmično dnevno upadanje gladine.

Vodno stanje je tako kompleksen seštevsek vseh opisanih vplivov, da ni možno po-

dati zakonitosti odnosa z onesnaženjem iz preprostega razloga, ker ni dveh identičnih povsem primerljivih vodnih stanj.

V splošnem so nizka vodna stanja bolj neugodna za kakovost podzemnih vod. Gradient toka je majhen in stanje se približa stagnantnemu. Onesnaženje se zadržuje dalj časa, obenem je širjenje z difuzijo bočno na smer toka večje in tako je oblak polutanta obsežnejši. V obdobju nizkega stanja je izrazitejša nabiranje polutantov v krovnih plasteh nad vodo, ki jih potem prvi večji dotok vode naglo prinese v podtalnico. Do neke mere ima vpliv pri nizki podtalnici manjši volumen dotoka vode, v njem je manjše razredčenje polutanta.

Ob visoki vodi je kritično začetno obdobje, ko se spira onesnaženje iz krovnih plasti. Zaradi večjega gradienta je podzemni tok hitrejši in onesnaženje se hitro širi vzdolž toka podtalnice. Ugoden proces je razredčenje polutanta v večjem volumnu dotoka vode. Ob kratkotrajnih vdorih onesnaženje hitreje odteče iz vodonosnika.

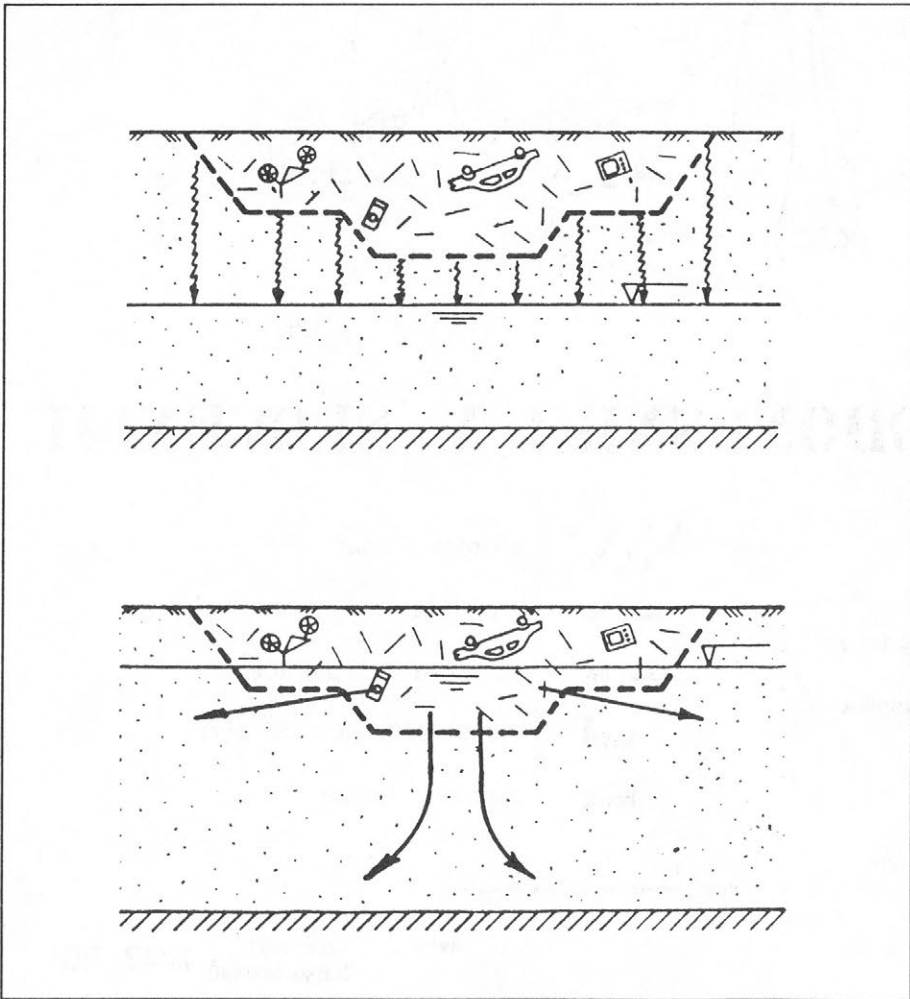
Visokovodna stanja so krajša od nizkih, ker so pojavi padavin ali visokega rečnega vodostaja kratkotrajni v primerjavi s sušo. Za oceno nevarnosti onesnaženja in zaščito pred njim je treba vedeti, kateri vir bogatenja podtalnice je povzročil povišanje gladine. Potem ko se ugotovi vzrok povečanega vodostaja, je možno oceniti, kateri potencialni vir onesnaženja ogroža podzemno vodo.

Upravna razdelitev vodonosnikov

Vsak vodonosnik je nujno treba obravnavati skupaj s padavinskim zaledjem na obrobju kot enovito celoto. V širšem pomenu tudi gorvodni odsek vodotoka, ki je v stiku z vodonosnikom, spada hidrološko v to enoto. Obravnavanje celih hidrološko pogojenih enot z enotno politiko omogoča smotno izrabo polj z vidika vodooskrbe in zaščite pitne vode. Žal upravna razdelitev slovenskega ozemlja na občine ne more slediti tem zahtevam. Celo vodnopravna razdelitev ne sledi povsod strokovnim zahtevam enotnega obravnavanja vodonosnikov; npr. Kranjsko polje in Sorško polje si delita dve vodnopravni enoti.

Sorško polje je razdeljeno med tremi občinami, Ljubljansko polje med tremi, dolina Kamniške Bistrice med tremi, Spodnja Savinjska dolina med dvema, Krško in Brežiško polje med dvema občinama, Dravsko polje med tremi in Prekmursko polje med dvema občinama. Naravno je, da imajo občinske uprave različne interese glede uporabe prostora na območju polj in različne potrebe po izkoriščanju pitne vode iz vodonosnikov.

Značilen je primer Sorškega polja (slika 4), vodonosnika z izjemnim bogastvom



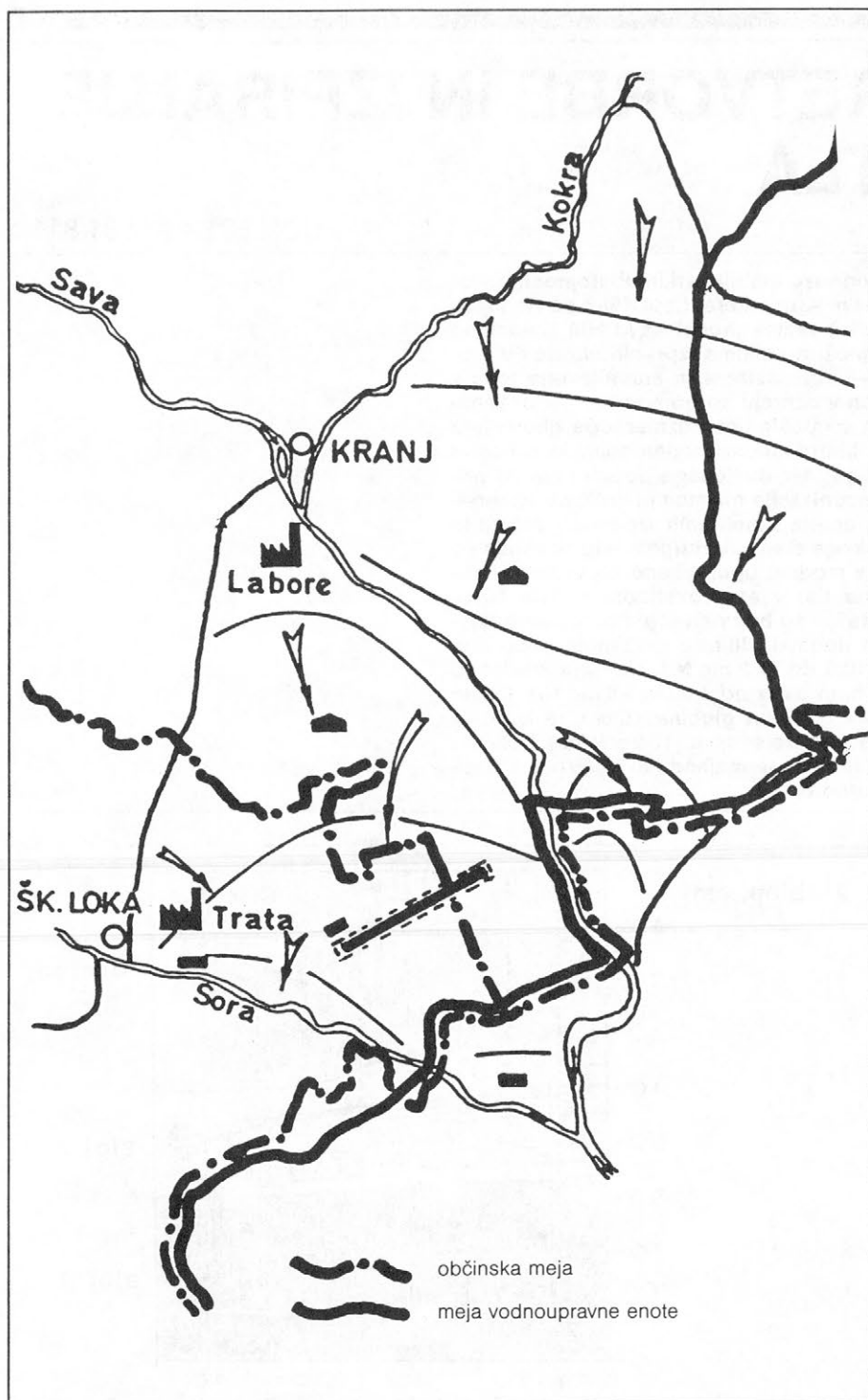
Slika 3. Povečanje nevarnosti onesnaženja ob dvigu gladine podtalnice.

Zlatko Mikulič

Hydrological Aspects of Ground Water Pollution Protection in Slovenia

In recent years there have been frequent reports of ground water pollution in Slovenia which have led to shutdowns of wells pumping for public supply. Most of the incidents were due to a long period of mismanagement which gave preference to other activities rather than water supply from ground water and the neglect of protection of aquifers. However, some aquifers were polluted due to bad decisions resulting from poor knowledge of hydrological laws governing the recharge and movement of ground water. Some basic hydrological aspects of pollution protection are described including recharge sources, depth to the ground water, and direction and gradient of flow to the stage of ground water.

To improve present pollution protection, some important aquifers should come under the direct jurisdiction of the central government, thus overcoming conflicts of interest between local communities.



Slika 4. Upravna razdelitev na območju vodonosnika Kranjskega in Sorškega polja.

podzemne vode v bližini velikih urbanih središč kot potencialnih uporabnikov. V okviru ekoloških raziskav vpliva hidroelektrarne Mavčiče na okolje je bil po zajetvi Save večkrat izmerjen odtok podtalnice v reko Soro in ocenjen odtok v Savo dolvodno od pregrade. Najmanjši izmerjeni pretok proti Sori v času nizkega vodnega stanja je bil $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$, pretok proti Savi je po ocenah približno enakega velikostnega reda. Torej se celotni pretok podtalnice skozi vodonosnik Sorškega polja ocenjuje na okoli $7 \text{ m}^3/\text{s}$, to je več kot trikratna količina sedaj črpane vode za potrebe mesta in industrije Ljubljane. V prihodnosti sta za črpanje pitne

vode zainteresirani mesti Ljubljana in Škofja Loka. Kljub temu Kranj v Laborah in Škofja Loka na Trati razvijata industrijski coni, ki sta v območjih bogatenja podtalnice. Če bi hoteli zavarovati izjemno bogat potencial pitne vode, bi morali zaščititi podtalnico pred kranjsko in škofjeloško industrijo in onesnaženo reko Savo od gorvodnih onesnaževalcev.

Učinkovito varovanje kakovosti podtalnic na Slovenskem zahteva preseganje različnih lokalnih interesov in poseg republike z uvedbo enotnih meril za zaščito vodonosnikov ter vzpostavitev republiške jurisdikcije nad regionalno pomembnimi viri pitne vode.

UJMAA

UJMAA

UJMAA

UJMAA