

ONESNAŽENOST PODTALNICE NA OBMOČJU ČRPALIŠČ LJUBLJANSKEGA VODOVODA

POLLUTION OF THE GROUNDWATER WITHIN THE WATER PUMPING STATIONS OF LJUBLJANA

prof. dr. Mitja Rismal, univ. dipl. inž. grad.

Strokovni članek

UDK 614.7:628.112(282)(497.451.1)

Povzetek | Članek predstavlja vire onesnaženosti podtalnice, ki jo uporablja ljubljanski vodovod, ter povzema dosedanje predloge za njeno zaščito. Predlaga zaščito ogroženih črpališč ljubljanskega vodovoda v Klečah in Hrastju z umetnim bogatenjem podtalnice na podlagi izkušenj na črpališču Vrbanski plato mariborskega vodovoda in dveh drugih vodovodih v severovzhodni Sloveniji ter na črpališču Hardhof vodovoda v Zürichu.

Ključne besede: aktivna zaščita podtalnice, ljubljanski vodovod

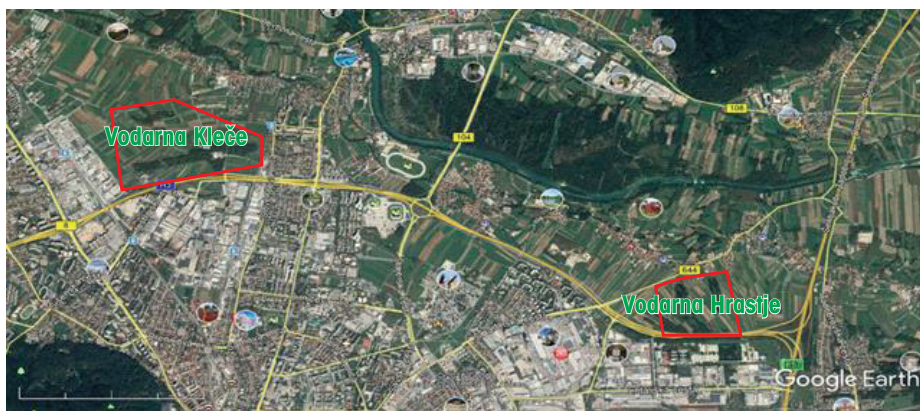
Summary | The paper summarizes the pollution sources of the groundwater that supplies the city of Ljubljana as well as existing proposals for its protection. It proposes a groundwater protection, particularly for the two pumping stations Kleče and Hrastje of the Ljubljana water supply system, from the pollution infiltrating from the city to the groundwater. The proposal is based on the results of artificial groundwater recharge of known cases: the Maribor groundwater waterwork Vrbanski plato, two waterworks in north-east Slovenia, and at the waterwork Hardhof in Zurich.

Key words: active groundwater protection, water supply system of Ljubljana

1 • UVOD

Podtalnica v vodonosniku Ljubljanskega polja je naravni rezervoar pitne vode z več kot

100.10⁶ m³ (slika 1), ki je ogrožen zaradi onesnažene podtalnice pod mestom (slika 2),



Slika 1 • Črpališči podtalnice za ljubljanski vodovod v Klečah in Hrastju.

primestnih zaselkov, kmetijskih površin in prometnic, zlasti severne obvoznice, ter z novim načrtovanim kanalom iz Medvod in Vodice do centralne čistilne naprave Ljubljane v Zalogu.

Prestor s soavtorji (Prestor, 2017) opozarja na številne vplive na kakovost podtalnice v vodonosniku pod mestom, ki kljub številnim zaščitnim ukrepom niso pod nadzorom. Opozarjajo, da »nekatera onesnaževala izvirajo iz daljne preteklosti, druga pa se v podzemni vodi pojavijo (ne)pričakovano«.

Nadalje opozarjajo na štiri najpomembnejše vire in vrste onesnaževal (preglednica 1 in slika 3), »med katerimi je desetilatrazin s stališča remediacije najtežji problem, saj so se največje koncentracije premaknile v globino od 15 do 30 m. Masa onesnaževal pa se zmanjšuje izredno počasi, v časovni razsežnosti več desetletij ali stoletja«.



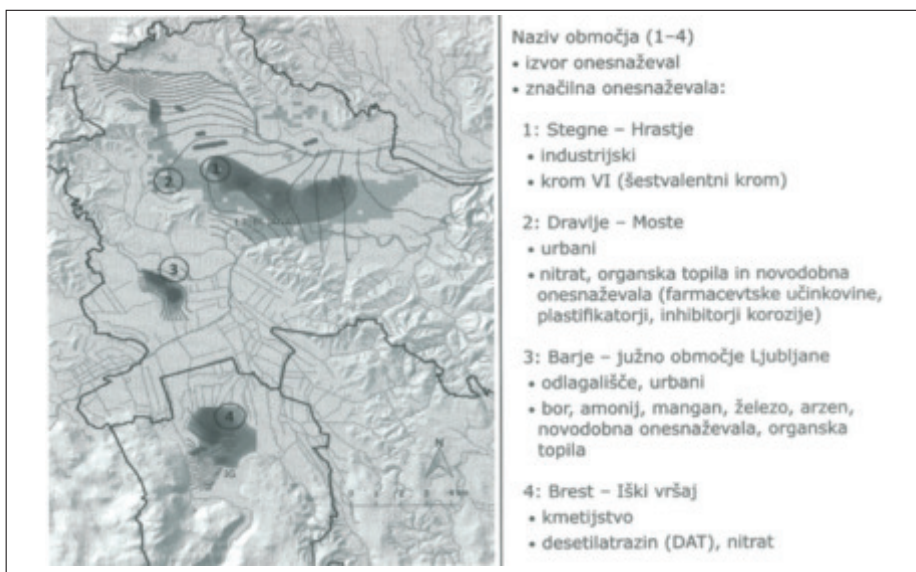
Slika 2 • Vodarni ljubljanskega vodovoda v Klečah in Hrastju sta na gosto poseljenem območju Ljubljanskega polja, zato prikazano onesnaženje podtalnice ne preseneča (Prestor, 2017).

Ne samo podtalnica na Ljubljanskem polju, tudi barjanska podtalnica črpališča na Brestu, ki je bila zgrajena za varnostno rezervo, ni več v celoti uporabna (slika 3). Zaradi onesnažene podtalnice v vodarni v Hrastju je ljubljansko podjetje VOKA moralo del vodnjakov izločiti, in vodarna deluje le z 20 % (slika 4) (Horvat 2005) svoje predvidene zmogljivosti. To pomeni, da sedanji način zaščite teh vodnih virov ljubljanskega vodovoda ne zadostuje.

Izjemen pomen in problemi zaščite podtalnice Ljubljanskega polja so predstavili Rejec Brancelj in sodelavci (Rejec Brancelj, 2005): »Iz dosedanjih hidrogeoloških raziskav lahko sklenemo, da je naravna ranljivost podzemne vode na celotnem Ljubljanskem polju velika. Upravljanje in varovanje podzemne vode Ljubljanskega polja mora tako izhajati iz poglobljene analize ranljivosti podzemne vode.« In dalje: »Poleg podrobnejše analize litološke zgradbe nenasičene

Vodarna	datum	alaktor	metolaklor	atrazin	desetil atrazin	Desizo-propil-atrazin	simazin	propazin	prometrin	Vsota	Ustreza/ne ustreza ES
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Jarški rod	21.07.97	<0,03	<0,03	<0,03	<0,05	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	da
Hrastje	21.07.97	<0,03	0,08	0,13	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,21	ne
Kleče	21.07.97	<0,03	0,26	0,39	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,65	ne
Šentvid	21.07.97	<0,03	<0,03	0,10	0,19	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,29	ne
Brest	21.07.97	<0,03	<0,03	0,05	0,17	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,17	ne

Preglednica 1 • Vsebnost pesticidov v vzorcih pitne vode leta 1997 vodarn ljubljanskega vodovoda po poročilih IVO – ZZV Maribor in ZIRS Ljubljana.



Slika 3 • Vodarna na Brestu z barjansko podtalnico je bila zgrajena v 70. letih prejšnjega stoletja za pitno vodo tega območja in za rezervni varnostni vir ljubljanskega vodovoda v primeru izpada vodarn na Ljubljanskem polju.

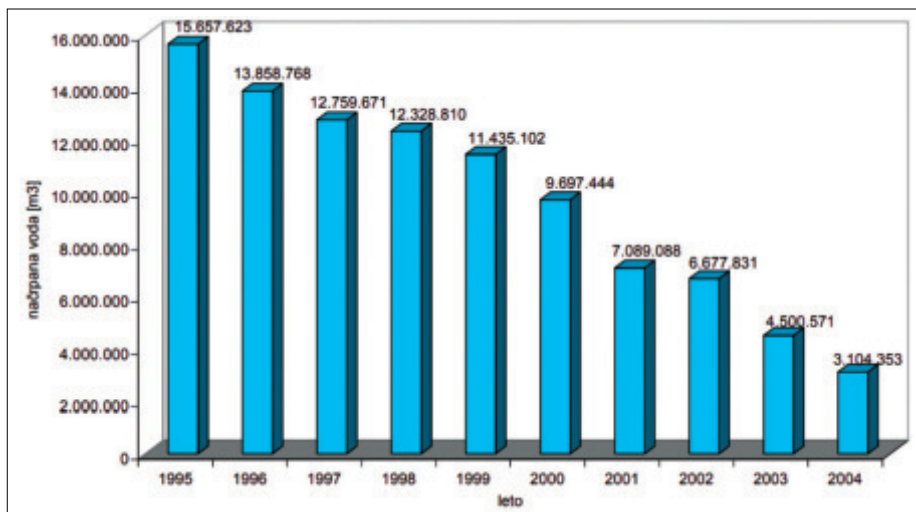
cone bi bilo treba upoštevati tudi interakcijo s površinskimi vodami (predvsem s Savo in Ljubljanico, ki napajata in drenirata vodonosnik Ljubljanskega polja) in antropogene vplive (gramoznice, avtocestni useki, urbanizirane površine, vodovodni in kanalizacijski objekti ...) na spremembo naravne ranljivosti podzemne vode Ljubljanskega polja. V okviru ocenjevanja posebne ranljivosti podzemne vode naj bi bile vključene tudi informacije o fizikalnih in kemičnih lastnostih potencialnih onesnaževal ter informacije o fizikalnih in kemičnih lastnostih pedoloških in litoloških plasti, kar bi omogočalo oceno učinkovitosti procesov retardacije in degradacije onesnaževal. Na teh podlagah bi morala sloneti strategija zaščite in sanacije podzemne vode Ljubljanskega polja, predvsem pa je treba nadaljevati in razširiti proces ozaveščanja uporabnikov tega prostora o vodnem bogastvu Ljubljanskega polja in njegovi veliki ranljivosti.«

Na ogroženost pitne podtalnice zlasti v vodarni v Hrastju s pred leti načrtovano, sedaj že leta zgrajeno severno obvoznico je opozarjal že Breznik (Breznik, 1988).

Podobno je opozoril avtor tega članka (Rismal, 1999) v poročilu za DARS, investitorja severne obvoznice, da z načrtovano kanalizacijo ne bo zaščitil pitne podtalnice vodarne v Hrastju pred permanentnim onesnaževanjem izpod mesta, ampak jo bo z že obstoječim onesnaženjem le dodatno izpostavil. Namesto da bi onesnaženi pretok 8,8 m³/s po kanalu ϕ 220 in ϕ 200 že zgrajenega dela severne obvoznice speljali v Savo, so vanjo spustili le 3,5 m³/s. Preostalih 5,3 m³/s pa so po novem kanalu ϕ 180 iz duktilne litoželezne litine speljali le okoli 200 m od vodarne in ga nekaj kilometrov pod njo spustili v Savo (slika 7).

S tem kanalom z onesnaženim padavinskim odtokom 5,3 m³/s pa so vodarno v Hrastju le dodatno izpostavili nevarnosti, saj poškodbe kanala in večja razlitja onesnaženja pri veliki prometni obremenitvi obvoznice niso izključene.

Za zaščito vodarne v Hrastju bi morali ves dotok z obvoznice nad vodarno speljati v Savo (slika 8). Za to razbremenitvijo pa desetkrat



Slika 4 • Zaradi onesnaženja podtalnice so na vodarni Hrastje v 10 letih morali zmanjšati črpanje podtalnice s 15.657.623 m³ na 3.104.353 m³ na leto ali za 18,86 % svoje zmogljivosti (Horvat, 2005).

manjši odtok iz obvoznice po manjših ceveh ϕ 60 iz duktilne litoželezne litine speljati v Savo, stran od območja vodarne (slika 8).

Ker ob reviziji projekta kanalizacije v nadaljevanju tega članka predlagane zaščite vodarne v Hrastju z umetnim bogatenjem podtalnice niso sprejeli, ni presenečenje, da so morali pozneje zaradi skupnega

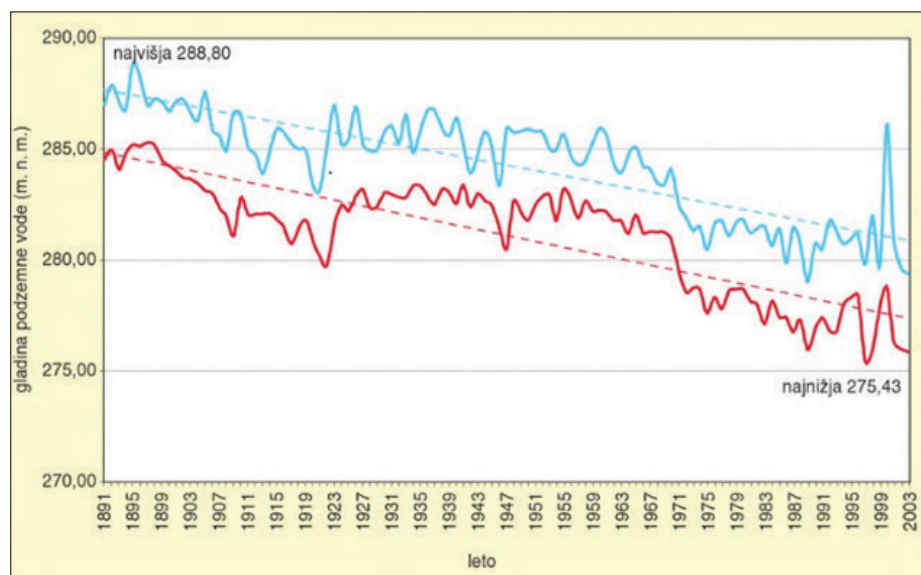
onesnaženja del vodnjakov v vodarni v Hrastju izklopiti.

Kljub temu pa sedaj, kot vemo iz javnih občil, na tem vplivnem območju vodarn ljubljanskega vodovoda in kljub javnim opozorilom hidrogeologov s kohezijskim denarjem gradijo novi kanal za odvod odpadne vode od Vodnic in Medvod do centralne čistilne naprave Ljubljana v Zalogu.

2 • PREGLED PREDLAGANIH REŠITEV ZA VARNOST PODTALNICE

Ranljivosti podtalnice so se zavedali že inženirji na Vodni upravi in Zvezi vodnih skupnosti, ki so načrtovali bolj varno pitno vodo iz podtalnice na Sorškem polju. Varianta je bila celo

voda iz 70 km oddaljene vodne akumulacije na Radovni, ki bi jo v ta namen zgradili. Za vodo iz akumulacije v lškem vintgarju pa je bila narejena tudi študija. Predlagana je



Slika 5 • Gladina podzemne vode Ljubljanskega polja med letoma 1891 in 2003 (Rejec Brancelj, 2005).

bila možnost zajema kraške podtalnice izpod Krima.

Po naročilu Ljubljanskega vodovoda je med letoma 1974 in 1976 Biro za komunalno hidrotehniko Zavoda za urbanizem v Mariboru izdelal idejni elaborat za zaščito podtalnice vodarne v Hrastju z umetnim bogatenjem podtalnice preko tedanje velike gramoznice Gradisa ob Savi.

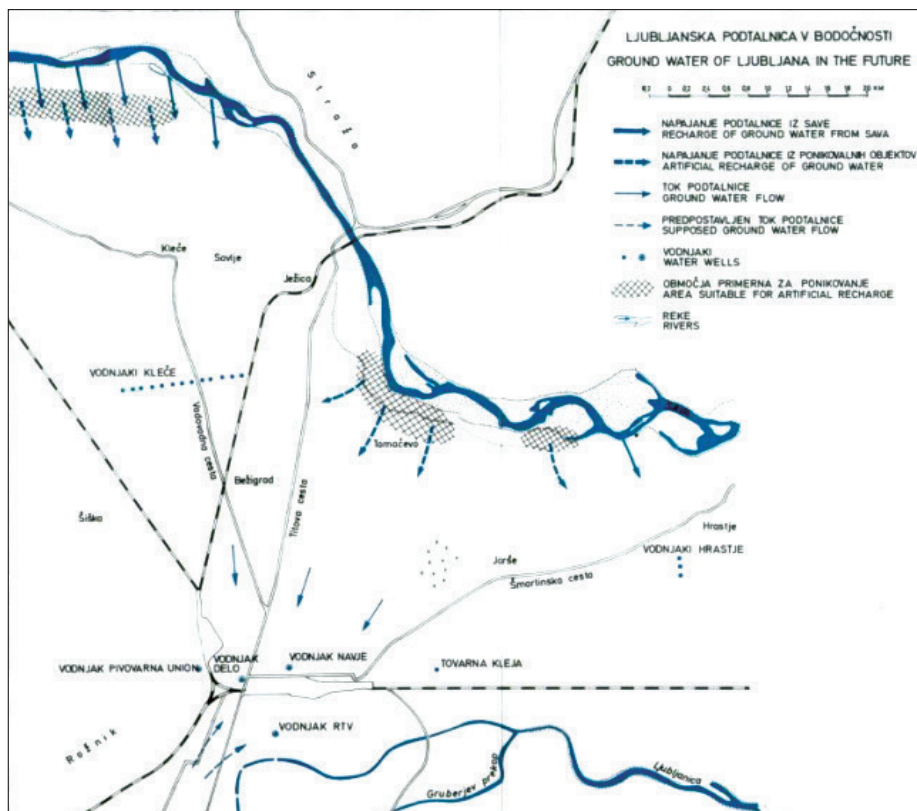
Podobno rešitev z bogatenjem podtalnice, kar bi rešilo težave zaradi upadanja gladine podtalnice (slika 5) zaradi poglobljanja savske struge in večjega črpanja podtalnice v vodarnah v Klečah in Hrastju, sta predlagala tudi Pleskovič (Pleskovič, 1974) in Breznik ((Breznik, 1969), (Breznik, 1988)). S tem pa bi podtalnico obeh vodarn tudi zavarovali pred onesnaženjem izpod mesta, industrije, kmetijskih površin in prometnic (slika 6).

Po Brezniku (1988) bi bogatenje podtalnice iz Save vplivalo na podtalnico med Malo vasjo in Tomačevim, deloma na črpališče v Klečah, predvsem pa na črpališča v središču Ljubljane. Med Malo vasjo in Tomačevim bi blizu Save izkoristili obstoječe in zgradili nove bazene ali jezera, kot je bilo že predvideno za rekreacijski center na Ježici.

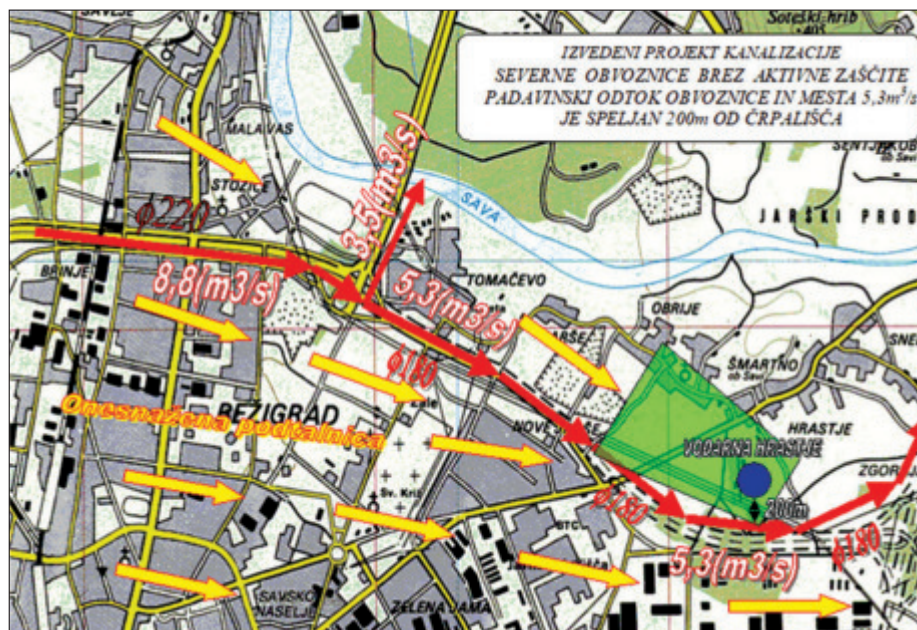
Približno 1 km od Save bi uredili ponikalne jame ali ponikalne vodnjake. Stare rokave ob Savi bi preuredili v ponikalne ovalne bazene ali jezera. Nekoliko bolj oddaljen bi bil ponikalni jarek. Vodo iz Save bi dobili na jezcu kanala tacenske elektrarne ali bi jo črpali z Save.

Aktivna zaščita z umetnim bogatenjem podtalnice iz Save zavaruje črpavo podtalnico pred možnim onesnaženjem z obvoznice in pred onesnaženo podtalnico izpod mesta. Ta način rešuje tri probleme hkrati: vodarni daje dovolj vode in jo istočasno varuje pred prisotnim onesnaženjem iz mesta in s severne obvoznice (Rismal, 1999).

Zaradi velike ogroženosti podtalnice s strani severne obvoznice s kanalizacijo in z onesnaženjem izpod mesta je mogoče vodarno v Hrastju zavarovati edino z aktivno zaščito podtalnice (slike 9, 10), z bogatenjem iz Save ustvarjeno vodno zaveso, kot je že več kot 30 let načrtovana, žal pa le delno izvedena za vodovod v Mariboru in drugih v nadaljevanju navedenih primerih ((Rismal, 1974), (Rismal, 1999)), (slike 8 in 9).



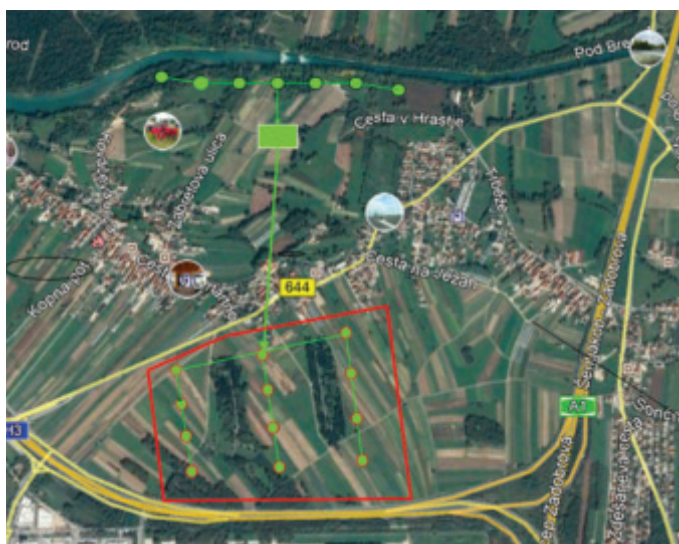
Slika 6 • Umetno bogatenje podtalnice Ljubljanskega polja za preprečitev upadanja podtalnice (Breznik, 1969).



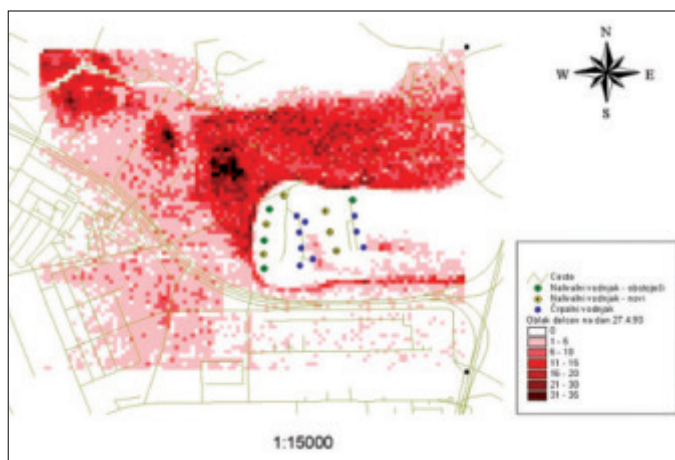
Slika 7 • Vodnogospodarsko in hidrotehnično napačni načrt kanalizacije severne obvoznice za zaščito vodarne v Hrastju.



Slika 8 • Predlog aktivne zaščite podtalnice pri črpališču Hrastje



Slika 9 • Zasnova aktivne zaščite podtalnice vodarne v Hrastju z umetnim bogatenjem podtalnice s Fe in Mn in TOC že v vodonosniku očiščenem obrežnem filtratu Save.



Slika 10 • Hidravlični model aktivne zaščite: simulirani oblak v računu postavljenega onesnaženja 189 dni od začetka simulacije za visoko podtalnico pri bogatenju podtalnice s 640 l/s, črpanju 540 l/s, pokaže učinkovitost aktivne zaščite. Zeleno obarvani vodnjaki so nalivni, iz modro obarvanih pa se črpa voda v omrežje (Horvat, 2005).

3 • LASTNOSTI AKTIVNE ZAŠČITE PITNE PODTALNICE Z UMETNIM BOGATENJEM

»Aktivna« zaščita podtalnice se razlikuje od »pasivne« zlasti v tem, ker z načrtovanim bogatenjem lahko po količini in kakovosti kontroliramo pitno podtalnico, ki jo črpamo v vodovodno omrežje.

V primerjavi s pasivno zaščito s predpisanimi varnostnimi pasovi ima naslednje lastnosti in prednosti:

1. Z umetnim bogatenjem ustvarjeno vodno zaveso v nasprotju s predpisanimi obsežni-

mi varnostnimi pasovi, ki so določeni s 50- do 70-dnevnim dotokom podtalnice v vodnjake, preusmerja mimo vodarne ne le bakteriološko, ampak tudi inertno kemično onesnaženo podtalnico.

2. Je neobčutiljiva za suše, če so pretoki rek večji od porabe vodovoda, in je brez občutnih naravarstvenih posledic.

3. Z mnogo manjšimi varnostnimi pasovi okoli črpališč pitne vode sproščamo površine

za kmetijstvo in drugo uporabo prostora, kar pa ne pomeni, da podtalnice tudi pod njimi ne varujemo po načelu celostnega varovanja voda.

4. Bistvena razlika med aktivno in pasivno zaščito podtalnice je, da so zaščitni pasovi določeni po bakterioloških kriterijih (trajanje dotoka 50 do 70 dni), ki pa pri inertnem kemijskem onesnaženju ne zadostujejo.

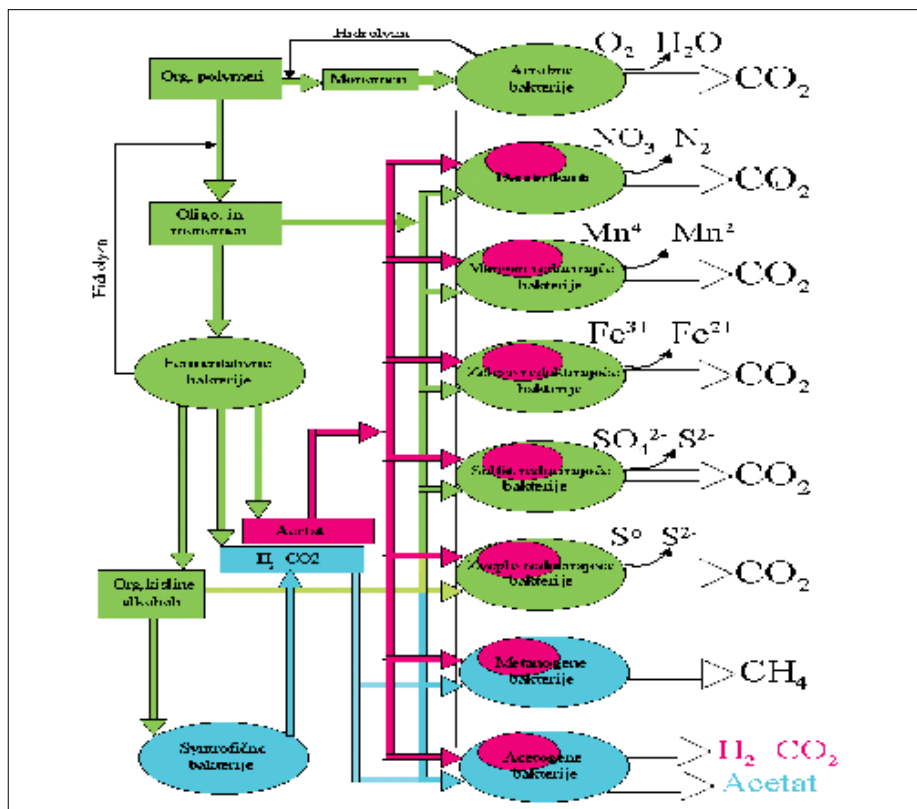
5. Končna bakteriološka kontrola in preventivna dezinfekcija pitne vode pred črpanjem v omrežje je potrebna pri aktivni in pasivni zaščiti.

6. Pozitivna lastnost »aktivne« zaščite je tudi, da se namesto fizikalno-kemičnega čiščenja

rečne vode na čistilnih napravah, tam, kjer so ugodni hidrogeološki pogoji, izkoristi med obrežno filtracijo potekajoče naravno biokemično čiščenje rečne vode brez kemikalij. Biokemijske procese samočiščenja, ki poteka v vodonosnikih, kaže slika 11.

7. Kakovost obogatene črane podtalnice je zagotovljena s popolno kontrolo in nadzorom kakovosti infiltriranega obrežnega filtra.
8. Po dolgoletnih izkušnjah črpališča Mariborskega vodovoda na Vrbanškem platoju z bogatjenjem podtalnice z obrežnim filtrom Drave in v Zürichu na črpališču Hardhof iz reke Limmat (slike 28, 29 in 30) je vdor onesnažene podtalnice v vodnjake iz zaledja uspešno preprečen.

Opisana aktivna zaščita pitne podtalnice z bogatjenjem rešuje pitno vodo v vodarni Hrastje in podobno v Klečah. Ne izključuje pa predpisanih in drugih varnostnih ukrepov drugih uporabnikov prostora, ki so potrebni za dolgoročno rehabilitacijo kakovosti podtalnice v preostalih delih tega velikega rezervoarja pitne vode. Aktivna zaščita pa je potrebna tudi zato, ker lahko odstranitev desetil-atrazina traja tudi 100 let. Za bogatjenje podtalnice je pomembno (slika 11), da je voda, s katero bogatimo podtalnico, dobro zasičena s kisikom O_2 , ki je potreben za oksidacijo organskega ogljika in za preprečitev redukcije Mn, Fe, S in C v CH_4 .



Slika 11 • Mikrobiološka razgradnja organskih polutantov v vodonosniku poteka po različnih metaboličnih poteh, ki se razlikujejo po sprejemnikih elektronov v procesu oksidacije ogljika z O_2 , NO_3 , Snovi, ki so v podtalnici, so na eni strani »hrana mikrobov« na drugi strani pa produkt njihove presnove (Gpoll, 1998).

4 • PETDESETLETNE IZKUŠNJE Z AKTIVNO ZAŠČITO PODTALNICE V SLOVENIJI IN TUJINI

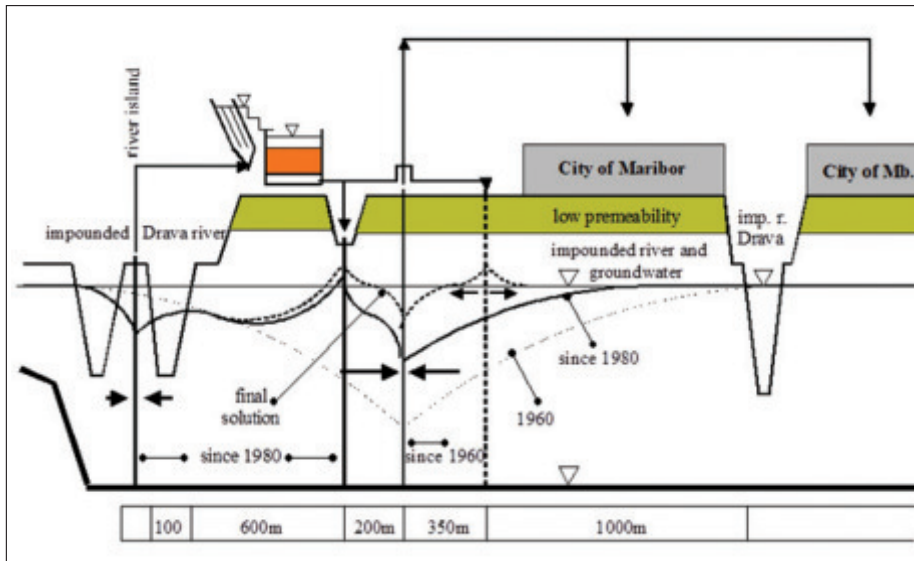
V Sloveniji se aktivna zaščita podtalnice uporablja že od leta 1970. Na Vrbanškem platoju pri Mariboru deluje črpališče vode iz reke Drave s kapaciteto od 400 do 500 l/s, ki jo je mogoče povečati na načrtovano, od 700 do 800 l/s (slike 12 do 24). To črpališče oskrbuje s pitno vodo široko zaledje od Fale do Šentilja, Benedikta in Lenarta v Slovenskih goricah. Površina zaščitnega pasu je nekajkrat manjša, kot bi bila za črpanje podtalnice na Dravskem polju.

Podobne rešitve so uporabljene na plitvejši podtalnici Apaškega polja za vodovod Gornja Radgona - Radenci (slike 25 do 27) in na podtalnici Ptujskega polja za vodovod Ormož že od 1980 leta (slike 28 in 29).

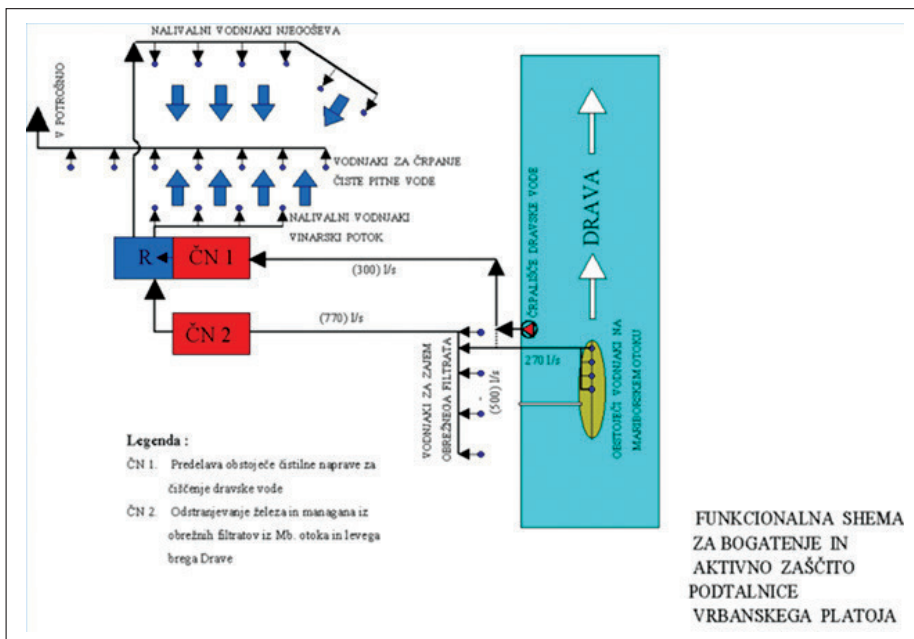
Med znanimi primeri v tujini je tudi črpališče Hardhoff pri Zürichu. Iz reke Limmat, odtoka Zürškega jezera, načrpa 1,7 m³/s (slike 29, 30 in 31).



Slika 12 • Območje vodarne na Vrbanškem platoju v neposredni bližini mesta Maribor je po načrtu (slike 13 do 18) zaščiteno pred vplivi iz mesta. Podtalnica se po načrtu bogati z obrežnim filtrom iz Mariborskega otoka, obrežnih vodnjakov Drave in po potrebi z očiščeno dravsko vodo (slika 14). Izvedeno pa je le bogatjenje z obrežnim filtrom in iz Mariborskega otoka.



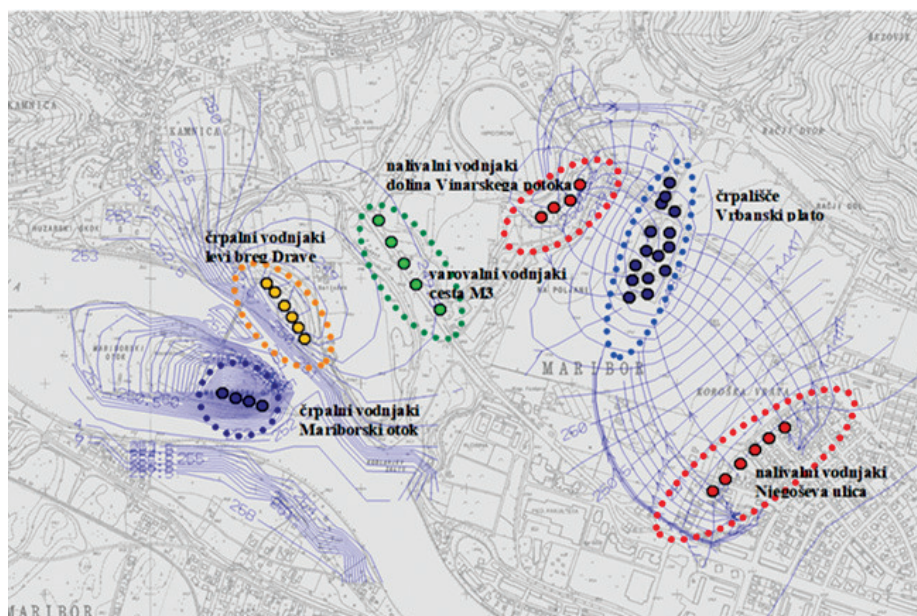
Slika 13 • Shema umetnega bogatenja podtalnice na Vrbanškem platoju (Rismal, 2000).



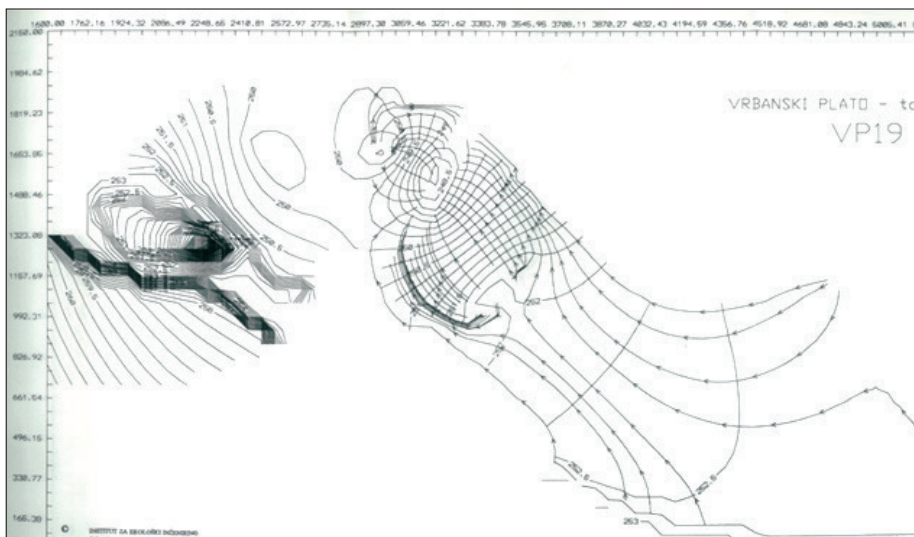
Slika 14 • Načrt za aktivno zaščito pitne podtalnice za črpališče na Mariborskem otoku (slika 16) je narejen za zmogljivost črpališča od 700 do 800 l/s črpane podtalnice z dvostranskim bogatenjem podtalnice. Do danes pa je zgrajeno le enostransko bogatenje z zahodne, ne pa tudi z vzhodne strani črpalnih vodnjakov (slika 13). Načrtovani so vodnjaki za 270 l/s obrežnega filtrata Drave na Mariborskem otoku in zajem 500 l/s na levem bregu Drave z možnim dodatkom na ČN 1 očiščene Drave (Rismal, 2007).



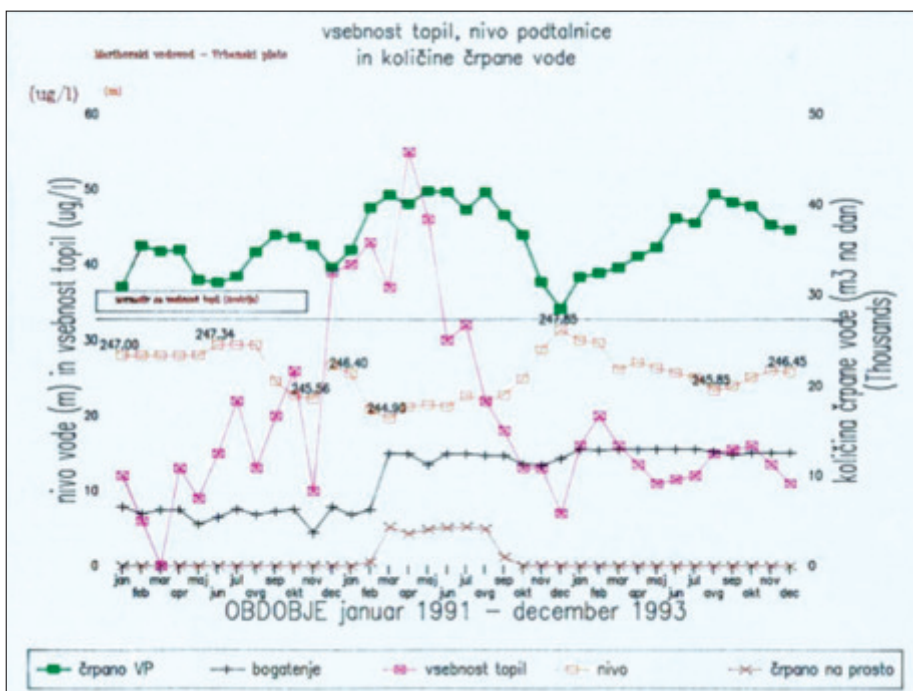
Slika 15 • Načrtovana bariera nalivnih vodnjakov s čistilno napravo (levo pod športnim igriščem) za pripravo obrežnega filtrata pred bogatenjem in zgrajenih črpalnih vodnjakov. Rdeče označena bariera nalivnih vodnjakov proti onesnaženi podtalnici izpod mesta ni zgrajena.



Slika 16 • Tokovnice obogatene podtalnice, zmogljivost črpalnišča 700 do 800 l/s, z negativnimi vodnjaki na zahodni (zgrajeno) in proti mestu na vzhodni strani črpalnih vodnjakov. (Model podtalnice: mag. Irena Kopač).



Slika 17 • Model toka podtalnice na Vrbanjskem platoju. (mag. Irena Kopač).



Slika 18 • Prikaz naglega upada organskih topil (trihalometanov) iz nevodotesne mestne kanalizacije. S povečanim bogatenjem podtalnice z zahodne strani je koncentracija trihalometanov naglo upadla. Na črpališču so z namenom zmanjšati porabo energije opustili bogatenje podtalnice z obrežnim filtratom Drave z Mariborskega otoka. S povečanim bogatenjem je v črpani vodi koncentracija trihalometanov naglo upadla. Podoben primer je bil tudi onesnaženje s šestvalentnim kromom Cr⁶⁺.



Slika 19 • Zgrajenemu vodnjaku na Mariborskem otoku za črpanje obrežnega filtrata so nasprotovali okoljevarstveniki.



Slika 21 • Zakopani vodnjaki za zajem obrežnega filtrata na Mariborskem otoku.



Slika 20 • Na lamelnem usedalniku peska očiščeni obrežni filtrat.



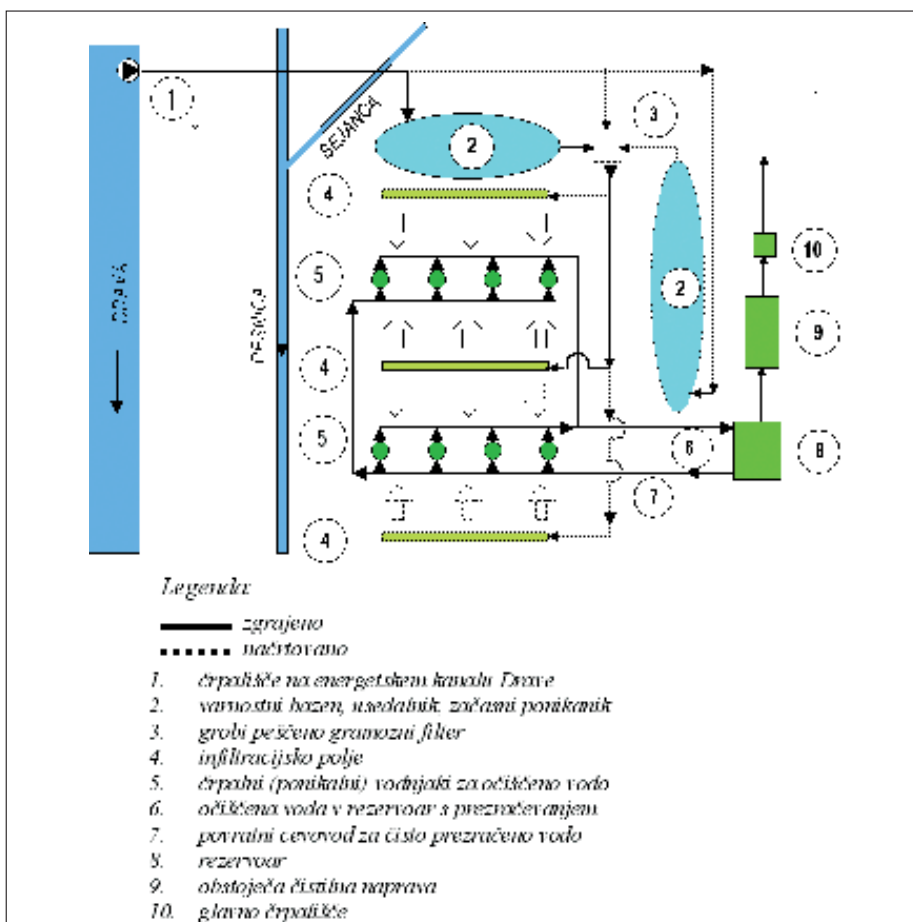
Slika 22 • Obrežni filtrat na iztoku iz lamelnih usedalnikov.



Slika 23 • Čistilna naprava za odstranitev peska, za eliminacijo Mn^{2+} in Fe^{2+} in ozračje vode pred infiltracijo preko nalivalnih vodnjakov v podtalnico na vodarni Vrbanski plato.



Slika 24 • Ozračenje obrežnega filtrata na čistilni napravi pred infiltracijo v vodonosnik.



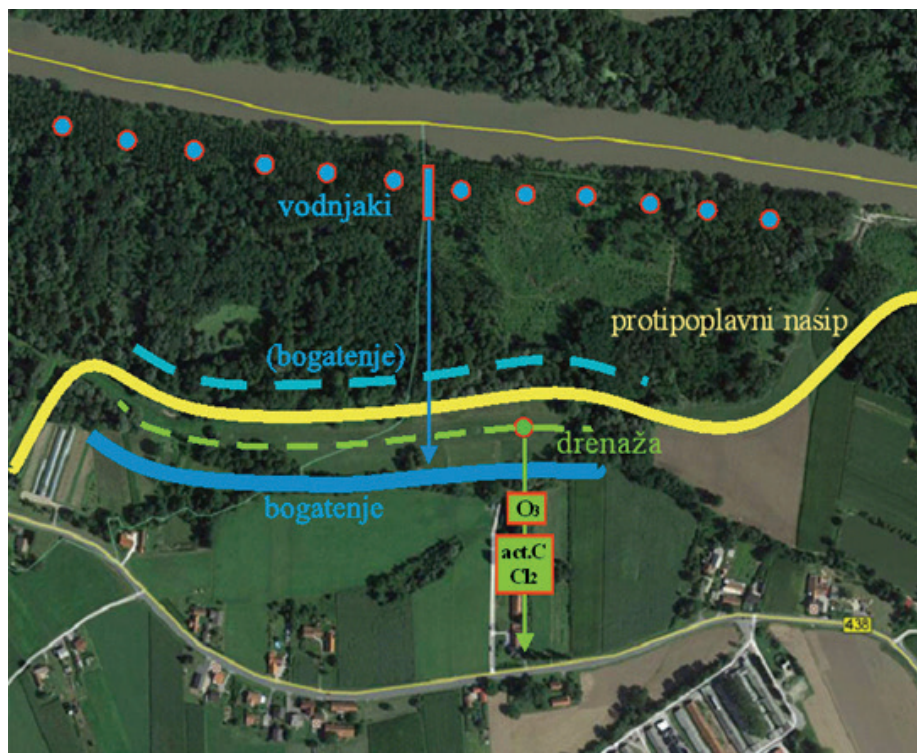
Slika 25 • Shema bogatenja podtalnice za vodovod Ormož. Na sliki predvideni grobi filtri pred bogatenjem niso bili izvedeni (Rismal, 2008).



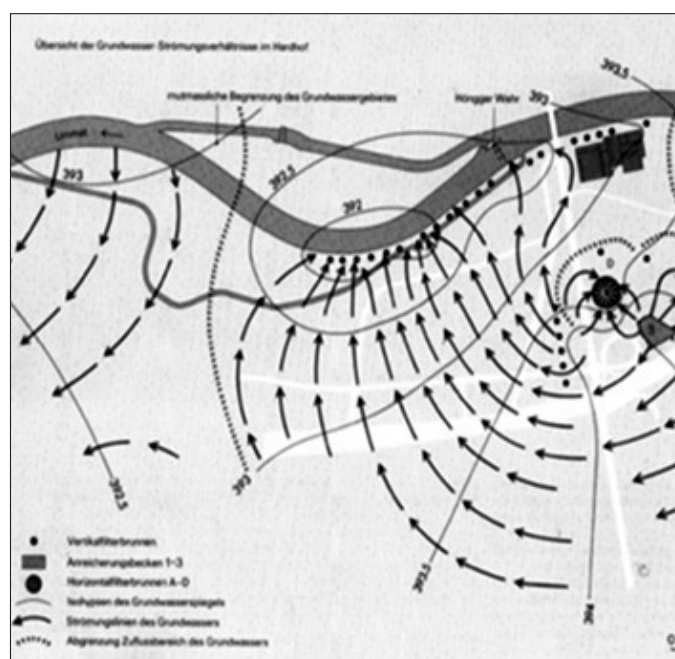
Slika 26 • Ozračevanje črpane podtalnice z injektorjem za načrtovano oksidacijo Fe in Mn v vodonosniku.



Slika 27 • Pogled na vodne bazene in ponikalna polja za bogatenje podtalnice vodovoda Ormož pri Mihovcih.



Slika 28 • Aktivna zaščita z bogatenjem podtalnice na črpališču v Podgradu na Apaškem polju.



Slika 29 • Tokovnice iz obrežnega filtrata in iz reke Limmat obogatene podtalnice.



Slika 30 • Shema bogatenja podtalnice na črpališču Hardhoff pri Zürichu.



Slika 31 • Pogled na zaščiteno območje vodarne Hardhof v trikotniku med dvema prometnicama in reko Limmat.

5 • SKLEP

Zaščita virov pitne vode je prva naloga upravljanja in gospodarjenja z vodami in je del celostnega integralnega naravovarstveno skladnega urejanja in gospodarjenja z okoljem in prostorom.

Gre za usklajevanje nasprotujočih si potreb in za ohranitev zdravega okolja z dovolj dobre vode, čisto ozračje in dovolj hrane, na drugi strani pa za potrebe družbe, ki s svojim razvojem sedaj v naravno okolje še vedno preveč posega.

Naloga urejanja in gospodarjenja z vodami je, da za uporabo vode, v tem primeru pitne vode, skupaj z načrtovalci prostora izbere načine, ki v največji meri ščitijo kakovost in količino podzemnih in površinskih voda, obenem pa varujejo za prehrano potrebne kmetijske površine in plodna tla pred urbanizacijo s prometnicami in industrijo.

V članku je obravnavana »aktivna zaščita« pitne podtalnice. Tako jo poimenujem, ker lahko z bogatenjem podtalnice iz rek in potokov, v nasprotju z obsežnimi varnostnimi pasovi »pasivne zaščite«, na znatno manjših zaščiteneh površinah pridobimo dovolj po kakovosti in po količini neoporečne in varne pitne vode.

Obravnavana aktivna zaščita je primer integralnega načrtovanja in upravljanja voda in prostora. Namesto v prefeklosti načrtovane uporabe podtalnice na Sorškem polju, načrtovane akumulacije na Radovni, iz bližnje sofeske Iške, ki bi pomenile velike posege v naravno okolje, aktivna zaščita podtalnice omogoča ohranitev velikega rezervoarja pitne vode za Ljubljano z njenim širokim zaledjem in trajno preskrbo z zdravo pitno vodo. Samo za ceno velike akumulacije na Radovni je mogoče zgraditi do Ljubljane večino čistilnih naprav in s tem pridobiti čisto Savo.

Na slovenskih prodnih vodonosnikih s pitno podtalnico je mogoče ob spoštovanju predpisov za zaščito podtalnice in površinskih voda z opisano aktivno zaščito zagotoviti dovolj zdrave pitne vode tudi za namakanje v kmetijstvu v najbolj sušnih letih.

Z manjšimi zaščitnimi pasovi, kot jih zahteva »pasivna« zaščita po obstoječih predpisih, pa je mogoče tako pridobljene površine sprostiti za kmetijstvo.

Rezultati več kot 30-letne aktivne zaščite podtalnice vodovodov v Mariboru, Ormožu, na vodarni Pomurskega vodovoda v Podgradu in

Segovcih ter opisani primer vodarne Hardhof za Zürich to potrjujejo.

Opisana ogroženost pitne vode v vodarni ljubljanskega vodovoda Hrastje in podobno v Klečah, ki sta glavni vir pitne vode za Ljubljano, potrebuje takojšnje ukrepe za trajno izboljšanje kakovosti in varnosti pitne podtalnice. Pri tem ne gre le za varnost podtalnice v obeh vodarnah, ampak nič manj za ohranitev tega velikega, verjetno največjega naravnega rezervoarja pitne vode v državi.

Za vodarno v Hrastju sta po opisanih dolgoletnih izkušnjah stroke doma in v tujini potrebni in mogoči le obnovitev zmogljivosti in varnost pitne vode s preizkušeno metodo aktivne zaščite podtalnice.

V sedanjih razmerah in pogojih onesnaženja podtalnice zaradi inertnosti za zdaj neizogibnega kemičnega onesnaženja (pesticidi in drugo kemično onesnaževanje okolja) v doglednem času ni mogoče v celoti preprečiti, tudi v primeru, ko bo obnovljena vsa kanalizacija mesta in naselij. Ostaneta prometna mreža in kmetijstvo. Bogatenje podtalnice pa ostane trajna naloga preventivne zaščite in gladine podtalnice, saj bo zaradi zaježitve Save v primeru izgradnje HE naravna infiltracija manjša.

Opisani način varovanja pitne podtalnice bi bilo treba v povodju Save obravnavati v okviru integralnega upravljanja in gospodarjenja z vodami, plodno zemljo in prostorom.

6 • LITERATURA

- Breznik, M., Hidrogeološke in hidrološke osnove za zaščito podtalnice Ljubljanskega polja, Ljubljanski ekološki dnevi, 1988, Naše okolje 1-2, Ljubljana, str. 22–25, 1988.
- Breznik, M., Podtalnica Ljubljanskega polja in možnosti njenega povečanega izkoriščanja, Geologija letnik 12, 1969.
- GPoll, Groundwater Pollution, European Science Foundation, oktober 1998.
- Horvat, B., Aktivna zaščita vodarne Hrastje, diplomska naloga, UL FGG, 2005.
- Pleskovič, M., Podtalnica črpališč Ljubljanskega polja in možnosti dodatnega napajanja, Gradbeni vestnik, 2, stran 32, 1974.
- Prestor, J., Jamnik, B., Pestotnik, S., Meglič, P., Cerar, S., Janža, M., Auersperger, P., Železnik, B., Upravljanje onesnaženj podzemne vode na ravni funkcionalnega mestnega območja, Vodni dnevi 2017, Portorož, 5. in 6. oktober 2017.
- Rejec Brancelj, I., Smrekar, A., Kladnik, D., Podtalnica Ljubljanskega polja, ZRC SAZU, 2005.
- Rismal, M., Aktivna zaščita pitne podtalnice za vodovod Ormož, Gradbeni vestnik, 3, 2008.
- Rismal, M., Izbira in zaščita vodnih virov za Vodovod Maribor, Gradbeni vestnik, 12, 1967.
- Rismal, M., Poročilo za DARS, Analiza projekta D kanalizacije severne obvoznice, 1999/R18 pdf, 1990.
- Rismal, M., Problematika odvodnje z AC in zaščita podtalnice Vodarne ljubljanskega vodovoda v Hrastju, Mišičev vodarski dan, 1999.
- Rismal, M., River bank filtration as pre-treatment of river water for artificial recharge of groundwater for drinking water supply of the city of Maribor, Univerza Dresden, Workshop, jun. 2000.
- Rismal, M., Tehnološki projekt bogatenja in aktivne zaščite podtalnice na Vrbanskem platoju, Ljubljana, 12. 8. 2007.
- Rismal, M., Vodna preskrba Maribora v zvezi z urbanističnim načrtom mesta, Gradbeni vestnik, 1-2, 1978.