

OBREMENJENOST PODZEMNE VODE S FITOFARMACEVTSKIMI SREDSTVI, DOLOÈENA PO NOVI EVROPSKI METODOLOGIJI

Marjeta KRAJNC, Mojca DOBNIKAR-TEHOVNIK, Mišo ANDJELOV,
Andreja KOLENC, Petra KRSNIK

Agencija RS za okolje, Vojkova 1b, SI-1000 Ljubljana

IZVLEÈEK

Leta 2002 je bila v Slovenji sprejeta Uredba o kakovosti podzemne vode, usklajena z okoljsko zakonodajo Evropske skupnosti, ki opredeljuje nov pristop doloèanja obremenjenosti podzemne vode. Obremenjenost podzemne vode se doloèa za celotno telo podzemne vode na osnovi doloèitve kemijskega stanja in dolgoroènih trendov rasti 23 parametrov kemijskega stanja. Parametri kemijskega stanja vkljuèujejo 9 posameznih pesticidov in njihovih razgradnih produktov ter vsoto vseh pesticidov. Agencija RS za okolje spremlja kakovost podzemne vode od leta 1990 v okviru dræavnega monitoringa kakovosti voda. Na osnovi rezultatov monitoringa podzemne vode v obdobju 1993 – 2000 je bila po novi metodologiji doloèena obremenjenost podzemne vode za 13 aluvijalnih vodonosnikov. V prispevku so predstavljeni stopnja obremenjenosti podzemne vode s pesticidi v letu 2000 in dolgoroèni trendi koncentracije ostankov pesticidov v obdobju 1993 – 2000 za posamezen vodonosnik kot tudi na izbranih merilnih mestih. Najvišja stopnja obremenjenosti z ostanki pesticidov je bila doloèena za vodonosnike SV dela Slovenije. Ugotovljen je bil trend zniæevanja vsebnosti atrazina in desetil-atrazina, vendar se koncentracije na veèini vodonosnikov še niso zniæale do dopustnih meja. Od leta 1996 je bilo na Sorškem polju ugotovljeno naglo poveèevanje vsebnosti metolaklora.

ABSTRACT

DETERMINATION OF GROUNDWATER POLLUTION BY PESTICIDES ACCORDING TO NEW EUROPEAN METHODOLOGY

In Slovenia Decree on Quality of Groundwater, harmonized with EU environmental legislation came into force in 2002 where new methodology of pollution classification for groundwater was determined. Pollution of groundwater body has to be assessed according to determination of chemical status and long-term trends of 23 chemical status parameters. Chemical status parameters include 9 individual pesticides and their metabolites as well as sum of all residues of pesticides. Environmental Agency of the Republic of Slovenia is responsible for groundwater quality monitoring which has been carried out since 1990. Pollution of 13 alluvial aquifers was assessed according to new methodology basing on statistical calculations of monitoring results in the period 1993 – 2000. In this article the degree of groundwater pollution by residues of pesticides in year 2000 and long-term trends for residues of pesticides in the period 1993 – 2000 for the whole individual aquifer as well as for chosen sampling sites are presented.

The highest degree of groundwater pollution by residues of pesticides was determined for aquifers of NE part of Slovenia. Generally long-term trend of atrazin and desethyl-atrazin declination was found out yet concentrations in most aquifers are still higher than admissible values. Since 1996 we have been detecting rapid increase of metolachlor in the aquifer of Sorško polje.

UVOD

Med podzemne vodonosnike prištevamo vse kameninske sloje, kjer se pod površjem nahajajo pomembnejše kolièine vode. Na obmoèju Slovenije sta pomembna predvsem dva tipa plitvih vodonosnikov in sicer vodonosniki z medzrnsko poroznostjo v ravninskih delih širokih reènih dolin ter kraško razpoklinski vodonosniki na zakraselih predelih. V dolomitnih kameninah prevladujejo razpoklinski vodonosniki.

Podzemna voda je v Sloveniji najpomembnejši vir pitne vode, saj se z njo oskrbuje veè kot 90% vseh prebivalcev. Vodovodi èrpajo predvsem podzemno vodo plitvih vodonosnikov, ki

se nahaja v nasičeni coni, kjer se tvori gladina podzemne vode. Plitvi vodonosniki so najbolj ranljivi in s tem tudi izpostavljeni onesnaženju.

Onesnaženje podzemne vode z ostanki pesticidov, predvsem s fitofarmaceutskimi sredstvi za zatiranje plevelov - herbicidi, je največja v vodonosnikih pod obdelovanimi kmetijskimi zemljišči kot so njive, travniki, vinogradi, sadovnjaki in hmeljišča. Velik delež herbicidov pa se raztroši tudi na nekmetijskih zemljišjih, kjer je plevel moteč, na zelenicah, namenjenih rekreaciji (igrišča golfa, stadioni), vzdolž železniških tirov, na parkirnih mestih, v parkih, na pokopališjih in podobno. Do onesnaženja prihaja tudi zaradi nepravilne rabe pesticidov ali pa zaradi malomarnosti pri čiščenju škropilnic ali odstranjevanju odvečenih pesticidov.

Fitofarmaceutska sredstva so sintetično izdelana in namenjena uničenju nezaželenih, a zelo odpornih rastlin, ki motijo rastline, katere gojimo. Sredstva torej ciljano delujejo na plevela in računati moramo, da utegnejo biti škodljiva tudi za druge organizme, med drugim tudi za živali in za ljudi. Najvišje dopustne koncentracije najbolj uporabljenega herbicida pri nas - atrazina v pitni vodi, je določila svetovna organizacija za zdravje (WHO). Smatrali so, da je 2 µg/l koncentracija, ki jo človek brez škode za svoje zdravje ali zdravje potomcev lahko uživa vse življenje. Zato nas ne sme presenetiti, da nas visoke vsebnosti atrazina in njegovega razgradnega produkta desetil-atrazina v podzemni vodi - viru pitne vode - do leta 1997, ko je bil izdan Pravilnik o zdravstveni ustreznosti pitne vode [1], usklajen z EU direktivo za pitno vodo [2], niso pretirano vznemirjale. Vseeno so odgovorni za vire pitne vode v poročilih opozarjali že pred letom 1997 na visoke koncentracije androgenih in še ne dovolj raziskanih substanc v podzemni vodi. S pravilnikom za pitno vodo se je dopustna vsebnost ostankov posameznega pesticida v pitni vodi močno znižala, za atrazin celo za 20 krat. Vplive teh substanc na žive organizme je težko znanstveno dokazati, vendar je v zadnjem času vse več raziskav o vplivu pesticidov, ki smo jih v našem prostoru najbolj uporabljali, na motnje hormonskega ravnotežja [3]. V obdobju približevanja EU so pristojna ministrstva z različnimi ukrepi omejila ali celo prepovedala rabo tistih pesticidov, ki najbolj ogrožajo podzemne vode [4]. Zaradi teh ukrepov in pa zaradi vse večje osveščenosti kmetovalcev se koncentracije atrazina in njegovih razgradnih produktov znižujejo.

Onesnaženost podzemne vode se po novi Uredbi o kakovosti podzemne vode [5], usklajeni z EU vodno direktivo [6], vrednoti preko kemijskega stanja in dolgoročnih trendov rasti parametrov kemijskega stanja. Prispevek obravnava čezmerno obremenjenost 13 aluvijalnih vodonosnikov z ostanki pesticidov v letu 2000, določeno po novi EU metodologiji. Čezmerna obremenjenost 13 aluvijalnih vodonosnikov, kjer so bili upoštevani vsi parametri kemijskega stanja, je bila pripravljena v strokovnih podlagah za razglasitev ogroženosti podzemne vode [7].

DRŽAVNI MONITORING KAKOVOSTI PODZEMNE VODE DO LETA 2002

Do leta 2002 se je državni monitoring kakovosti podzemne vode izvajal v dveh ločenih programih in sicer za podtalnice v aluvijalnih vodonosnikih in za kraške izvire.

V državni monitoring podtalnice je bilo vključenih 20 aluvijalnih vodonosnikov. Na 84 merilnih mestih so bili dvakrat letno vzeti vzorci podtalnice, v katerih je bilo analizirano 90 parametrov:

- osnovni fizikalno-kemijski parametri
- skupinski parametri onesnaženja: mineralna olja, poliklorirani bifenili, AOX, detergenti, fenolne snovi, cianidi
- težke kovine: baker, cink, kadmij, krom, nikelj, svinec in živo srebro
- pesticidi: triazinski, organoklorni, derivati fenoksi-očetne kisline
- lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki

- aromati
- identifikacija organskih spojin z metodo plinske kromatografije z masno selektivnim detektorjem (GC/MS)

Enkrat letno je bilo vzorèenih 15 kraških izvirov, v vzorcih pa doloèenih približno 170 parametrov. Razen zgoraj naštetih še:

- razširjen izbor skupinskih parametrov
- razširjen izbor mikroelementov
- policiklièni aromatski ogljikovodiki
- fenolne spojine
- analiza sedimenta (EOX, težke kovine PCB)
- mikrobiotièni parametri

Onesnaženje na posameznem merilnem mestu se je doloèalo posebej za vsak parameter. Najpomembnejši parametri za vrednotenje onesnaženosti so bili nitrati, ostanki pesticidov, lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki in težke kovine.

NADGRADNJA DRŽAVNEGA MONITORINGA KAKOVOSTI PODZEMNE VODE OD LETA 2003

Leta 2002 sta bila sprejeta dva podzakonska akta, pomembna za podzemne vode [5, 8]. Uredba [5] postavlja merila za vrednotenje obremenjenosti vodnih teles podzemne vode, pravilnik [8] pa doloèa naèin izvedbe monitoringa kakovosti podzemne vode. Monitoring, ki upošteva te zahteve in se bo zaèel izvajati leta 2003, ima naslednje spremembe:

- v istem programu združeni aluvijalni, razpoklinski in kraško-razpoklinski vodonosniki; dodan monitoring površinskih voda, ki bogatijo podzemno vodo
- modernizacija mreže merilnih mest: postopna gradnja namenskih objektov za monitoring podzemne vode
- poveèanje pogostosti vzorèenja in analiz na mestih, pomembnih za preskrbo s pitno vodo
- razširjena lista pesticidov, ki odraža dejansko uporabo fitofarmaceutskih sredstev v Sloveniji

DOLOÈEVANJE ÈEZMERNE OBREMENJENOSTI

Za vrednotenje kakovosti vodnega telesa podzemne vode so potrebne statistiène obdelave rezultatov, ki so navedene v konènem poroèilu “The EU WFD: Statistical aspects of the identification of groundwater pollution trends, and aggregation of monitoring results” [9]. Obdelava je možna le, èe ima merilna mreža za vodno telo podzemne vode zadostno število merilnih mest (najmanj 3).

Osnova za doloèitev èezmerne obremenjenosti je kemijsko stanje vodnega telesa podzemne vode in dolgoroèni trendi rasti parametrov kemijskega stanja.

Kemijsko stanje vodnega telesa za doloèeno leto je dobro, èe so povpreène letne vrednosti (CL_{AM}) vseh parametrov kemijskega stanja nižje ali enake mejnim vrednostim (MV), ki so doloèene v prilogi uredbe. Dolgoroèni trendi posameznih parametrov se doloèajo na osnovi aritmetiènih povpreèij AM50 za obdobja najmanj desetih let [5].

Vodno telo podzemne vode je èezmerno obremenjeno, èe:

- $CL_{AM} > MV$
- (za nitrate velja $CL_{AM} > 2 \times MV$)
- najmanj 3 parametri kemijskega stanja imajo dolgoročni trend rasti

DOLOČITEV ÈEZMERNE OBREMENJENOSTI Z OSTANKI PESTICIDOV

Ker vodna telesa podzemne vode še niso določena, je bila èezmerna obremenjenost z ostanki pesticidov določena za 13 aluvijalnih vodonosnikov, na katerih so bila vsaj tri merilna mesta (slika 1).



Slika 1: Karta Slovenije s 13 aluvijalnimi vodonosniki, za katere je bila ocenjena èezmerna obremenjenost s pesticide v letu 2000

Uredba določa mejne vrednosti za 7 pesticidov in 2 razgradna produkta ter za vsoto vseh pesticidov. Mejne vrednosti so navedene v tabeli 1.

Preglednica 1: Mejne vrednosti za pesticide

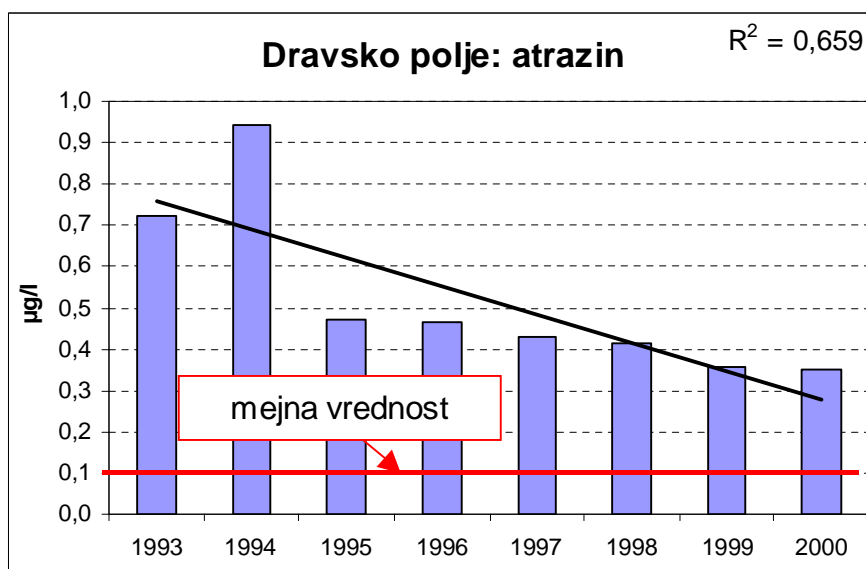
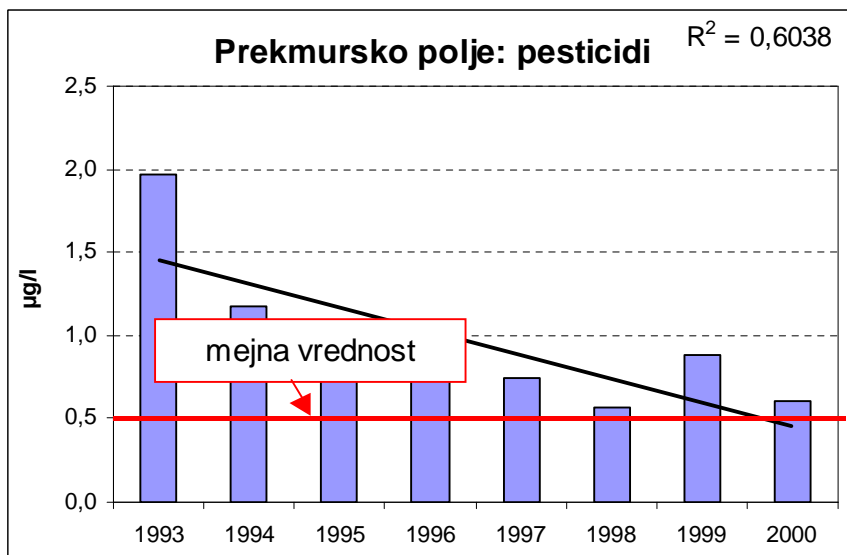
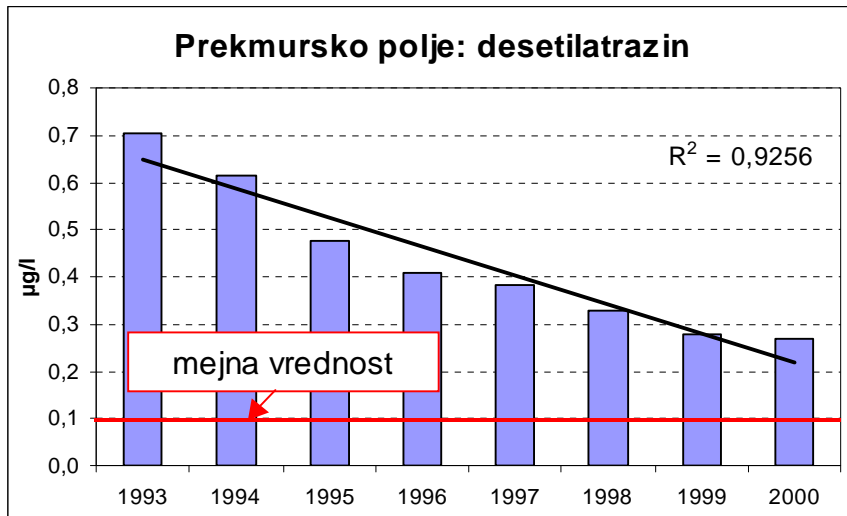
Parameter	Enota	Mejna vrednost
Alaklor	$\mu\text{g/l}$	0,06
Metolaklor	$\mu\text{g/l}$	0,06
Atrazin	$\mu\text{g/l}$	0,1
Desetil-atrazin	$\mu\text{g/l}$	0,1
Desizopropil-atrazin	$\mu\text{g/l}$	0,06
Simazin	$\mu\text{g/l}$	0,06
Propazin	$\mu\text{g/l}$	0,06
Prometrin	$\mu\text{g/l}$	0,06
Bromacil	$\mu\text{g/l}$	0,06
Pesticidi (skupno)	$\mu\text{g/l}$	0,5

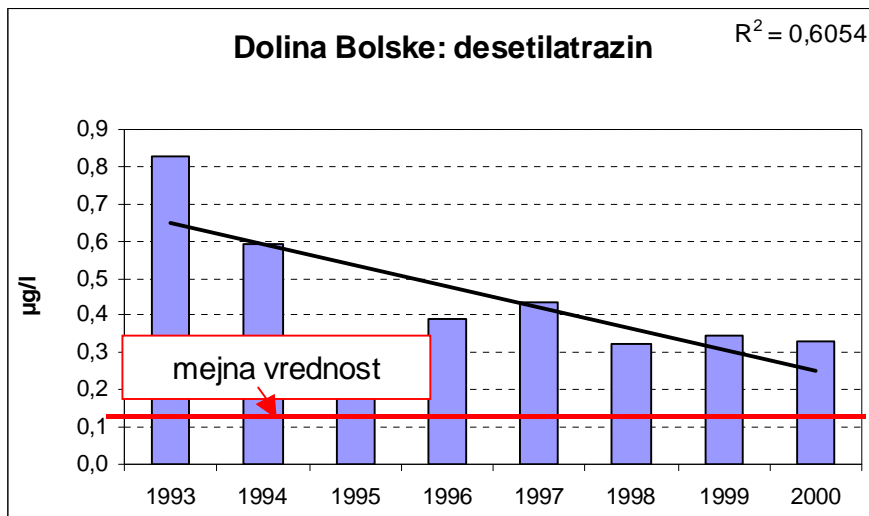
Preglednica 2: Kemijsko stanje vodonosnikov v letu 2000 (upoštevani le pesticidi)

Vodonosnik	Pesticidi ($CL_{AM} > MV$)	Kemijsko stanje
Prekmursko polje	metolaklor, atrazin, desetil-atrazin, desizopropil-atrazin, vsota pesticidov	SLABO
Mursko polje	desetil-atrazin	SLABO
Dravsko polje	metolaklor, atrazin, desetil-atrazin, desizopropil-atrazin, prometrin, vsota pesticidov	SLABO
Ptujsko polje	metolaklor, atrazin, desetil-atrazin, simazin, vsota pesticidov	SLABO
Dolina Bolske	metolaklor, atrazin, desetil-atrazin, vsota pesticidov	SLABO
Spodnja Savinjska dolina	metolaklor, atrazin, desetil-atrazin, vsota pesticidov	SLABO
Kranjsko polje	metolaklor, desetil-atrazin	SLABO
Sorško polje	metolaklor, desetil-atrazin, vsota pesticidov	SLABO
Dolina Kamniške Bistrice	atrazin, desetil-atrazin, vsota pesticidov	SLABO
Ljubljansko polje	atrazin	SLABO
Brežiško polje		DOBRO
Krško polje		DOBRO
Soška dolina		DOBRO

Kemijsko stanje 13 vodonosnikov v letu 2000, kjer so bile z mejnimi vrednostimi primerjane le CL_{AM} za pesticide, je prikazano v tabeli 2. Navedeni so vsi pesticidi in njihovi razgradni produkti, pri katerih so CL_{AM} presegale mejne vrednosti. 10 od 13 vodonosnikov je imelo leta 2000 slabo kemijsko stanje, s tem da so bili pri izračunih od parametrov kemijskega stanja upoštevani le pesticidi.

Za nobenega od 13 vodonosnikov ni bil v obdobju 1993 – 2000 ugotovljen dolgoročni trend rasti ostankov pesticidov. Obravnavano je bilo osemletno obdobje, kar je po “Statističnih metodah” [9] ob vzorčenju dvakrat letno zadostno obdobje za določanje trendov. Vsebnosti analiziranih ostankov pesticidov se splošno znižujejo, vendar se na mnogih vodonosnikih še niso znižale pod dopustne mejne vrednosti (slike 2-5). V letu 2000 je bilo s pesticidi čezmerno obremenjenih 10 od 13 vodonosnikov, med temi najbolj vodonosniki Prekmurskega, Dravskega in Ptujkega polja, nekoliko manj pa vodonosnika v dolini Bolske in v Spodnji Savinjski dolini.





Slike 2-5: Trendi zniževanja vsebnosti pesticidov in njihovih razgradnih produktov za obdobje 1993 do 2000

SKLEPI

Ěezmerno obremenjenost z ostanki pesticidov v letu 2000 je bilo moĝno doloĉiti za 13 vodonosnikov, na katerih ima mreĝa drĝavnega monitoringa zadostno ŝtevilo merilnih mest. V letu 2000 je bilo z ostanki pesticidov ěezmerno obremenjenih 10 od 13 vodonosnikov, najbolj v severovzhodnem delu Slovenije, kjer se intenzivno kmetuje. Vsebnosti analiziranih pesticidov se v obdobju od leta 1993 do 2000 zniĝujejo, vendar se na veĉini vodonosnikov ŝe niso spustile pod mejne vrednosti.

LITERATURA

- [1] Pravilnik o zdravstveni ustreznosti pitne vode (Uradni list RS, 46/97)
- [2] Council Directive 80/778/EEC of 15 July 1980 relating to the quality of water intended for human consumption
- [3] Porter, W. P. *et al.*, Toxicology and Industrial Health, 1999, vol 15 (1-2), pp. 134-147
- [4] Odlok o obmoĉjih vodonosnikov in njihovih hidrografskih zaledij, ogroĝenih zaradi fitofarmacevtskih sredstev, Uradni list RS, 97/2002
- [5] Uredba o kakovosti podzemne vode, Uradni list RS, 11/2002
- [6] Directive 2000/60/EC of the European parliament and Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy
- [7] Strokovne podlage za razglasitev ogroĝenosti podzemne vode v RS, MOP-ARSO, Ljubljana 2002
- [8] Pravilnik o imisijskem monitoringu kakovosti podzemne vode, Uradni list RS, 42/2002
- [9] Final Report "The EU WFD: Statistical aspects of the identification of groundwater pollution trends, and aggregation of monitoring results", December 2001, www.wfdgw.net