



OMNIS
A WHOLE NEW LEVEL OF PERFORMANCE

ALI SO PODZEMNE VODE RES LE VIR PITNE VODE

dr. BORIS KOLAR¹

Povzetek

Zakonodaja na področju vodne politike in registracije kemijskih snovi podzemne vode ne obravnava kot ekosistem, temveč kot vir pitne vode.

Direktiva o varstvu podzemne vode določa le dve koncentraciji kot mejni vrednosti: za nitrat (50 mg/L) ter za pesticide (0,1 µg/L za aktivne snovi/relevantne metabolite, vsota < 0,5 µg/L). Slednja očitno ne varuje vodnih organizmov, saj so mejne vrednosti za pesticide v površinskih vodah zaradi občutljivosti vodnih organizmov lahko mnogo nižje od koncentracije 0,1 µg/L.

Potreba po zaščiti ekosistemov podzemnih voda je bila prvič prepoznana v registracijskih postopkih veterinarskih zdravil in dodatkov krmi. Obe skupini snovi se z gnojem ali gnojevko odlagata na kmetijskih površinah in se lahko spirata v podzemne vode. V tehničnih navodilih za oceno okoljskih tveganj so kot cilj zaščite predlagani tudi ekosistemi podzemnih voda. Podobno mora veljati tudi pri zaščiti ekosistemov podzemnih voda pred škodljivimi učinki nitrata.

Ključne besede: ekosistemi podzemnih voda, mejna vrednost 0,1 µg/L, ranljivost podzemnih voda, stigofavna

Abstract

The regulation in the frame of water policy and regulative procedures within registration of chemicals, the groundwater is not considered as an ecosystem, but primarily as a source of a drinking water.

Directive on the protection of groundwater is setting two environmental quality standards: for nitrate 50 mg/L and for pesticides 0,1 µg/L (for active substances/relevant metabolite and their sum of < 0,5 µg/L). The latter is obviously not protective for aquatic organisms as environmental quality standards in surface water can be, due to sensitivity of aquatic organisms, significantly lower in comparison with threshold concentrations of 0,1 µg/L.

¹ Dr. BORIS KOLAR univ. dipl. biol., Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano, Maribor



The need for the groundwater ecosystem protection was identified in regulatory frameworks for registration of veterinary medicinal products and registration of feed additives. Both of these groups of chemicals can be emitted to the agricultural land by applying animal manure and latter washed to the groundwater. In the update of guidance for assessment of environmental risk, the need for the protection of groundwater ecosystems is proposed as well as additional safety factor in assessment of affect of chemicals due to vulnerability of ecosystems.

1. UVOD

Ob emisijah snovi iz komunalnih in industrijskih virov ter izcednih vod iz deponij odpadkov je kmetijstvo z živinorejo pomemben vir novih onesnaževal ter nitrata v podzemnih vodah. Gnoj in gnojevka vsebujeta ob hranilih v obliki dušikovih spojin in fosfatov tudi ostanke veterinarskih zdravil in ostanke dodatkov k živalski krmli. Te snovi lahko nastopajo kot kemijski stresorji, ki lahko imajo dolgodobne učinke na ekosisteme podzemnih voda. Količine gnojil živalskega izvora, ki so sicer še v skladu z nitrarno direktivo (91/676/EGS, 1991), lahko ob nepravilni aplikaciji onesnažijo podzemne vode z nitrati pa tudi s pesticidi, hormonskimi motilci, antibiotiki, težkimi kovinami ali kokcidiostatiki.

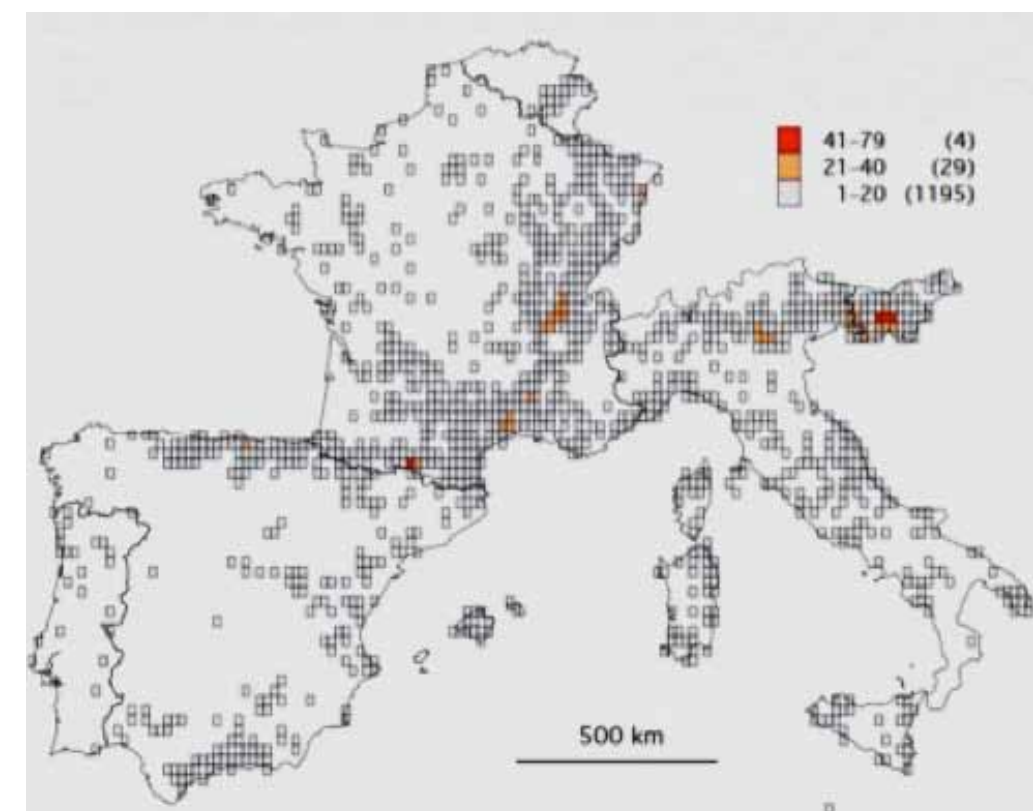
Evropska okoljska zakonodaja na področju vodne politike podobno kot zakonodaja na področju kemijskih snovi ne obravnava podzemnih voda kot ekosistem. V okviru vodne direktive (2000/60/ES, 2000) in hčerinske direktive o varstvu podzemne vode (2006/118/ES, 2006a) je stanje voda treba ugotavljati le na osnovi kemijskih parametrov. V zakonodaji je sicer prepoznana povezava z ekosistemi površinskih voda, na katere podzemne vode naj nimajo negativnega vpliva, sicer pa je podzemna voda obravnavana le kot potencialni vir pitne vode. Direktiva o varstvu podzemne vode v EU-ju določa le dva okoljska standarda kakovosti za ocenjevanje kemijskega stanja podzemne vode, in sicer za nitrat (50 mg/L) ter za pesticide (0,1 µg/L za aktivne snovi, vključno z relevantnimi metaboliti, katerih vsota ne sme presegati koncentracijo 0,5 µg/L).

Zakonodaja na področju registracije biocidov (528/2012/ES, 2012) in fitofarmacevtskih sredstev (91/414/EGS, 1991) sledi vodni direktivi in hčerinski direktivi o varstvu podzemne vode. V okoljski oceni tveganja, ki je del registracijskega postopka, je varna koncentracija za aktivne snovi in relevantne metabolite v podzemni vodi postavljena na mejo 0,1 µg/L.

Vendar pa številni primeri kažejo, da so vodni organizmi občutljivejši za delovanje strupenostnih učinkov, kot je človek, zato zanje arbitrarno postavljena koncentracija 0,1 µg/L ni varna.

V Sloveniji se ne moremo strinjati s predpostavko, da je podzemna voda le vir pitne vode. Kraško podzemlje je biotsko pester in v svetovnem merilu enkraten ekosistem (Stoch, 1995; Camacho, 2003). Slika 1 kaže izjemen položaj Slovenije glede na biotsko pestrost v ekosistemih podzemnih voda. Slovenija se lahko pohvali z največjo biotsko pestrostjo podzemnih voda

na vsem prikazanem območju (Deharveng idr., 2009). Podobno se kažejo podzemne vode aluvialnih nanosov kot življenjski prostor favne z veliko stopnjo endemizma. Tudi problema nitrata v podzemnih vodah ne moremo obravnavati zgolj z vidika učinkov na človekovo zdravje, saj po preliminarnih ocenah še dovoljene koncentracije nitrata ogrožajo obstoječe populacije močerila (*Proteus anguinus*).



Slika 1: Biotska pestrost v nekaterih deželah osrednjega in zahodnega Sredozemlja, na Portugalskem in v Belgiji

Ob dopolnitvah oziroma prenovi tehničnih navodil za okoljsko oceno tveganja za veterinarska zdravila (European Medicines Agency, 2007) in tehničnih navodil za pripravo okoljske ocene tveganja za dodatke živalski hrani (European Food Safety Authority, 2008) strokovni sodelavci predlagamo, da se v primerih avtorizacije zelo strupenih snovi, za katere mejna vrednost 0,1 µg/L ne nudi zadostnega varovanja ekosistemov podzemne vode, določijo varne koncentracije na osnovi ocene okoljskih tveganj z vrednotenjem ekotoksikoloških podatkov. Ob tem predlagamo dodatni varnostni faktor (10) zaradi ranljivosti ekosistemov podzemnih voda. Evropska komisija in nacionalni določevalci pa lahko tako določene varne koncentracije prevedejo v okoljske standarde kakovosti (European Medicines Agency, 2017).

Podobno kot za pesticide bo treba ponovno ovrednotiti mejno vrednost za koncentracijo nitrata v podzemni vodi. Številni pokazatelji namreč kažejo, da je obstoječa mejna vrednost 50 mg/L za stigofavno mnogo previsoka. Glede na preliminarne rezultate je varna koncentracija za močerila 5- do 10-krat nižja, kot je dovoljena mejna vrednost za nitrat v pitni vodi.



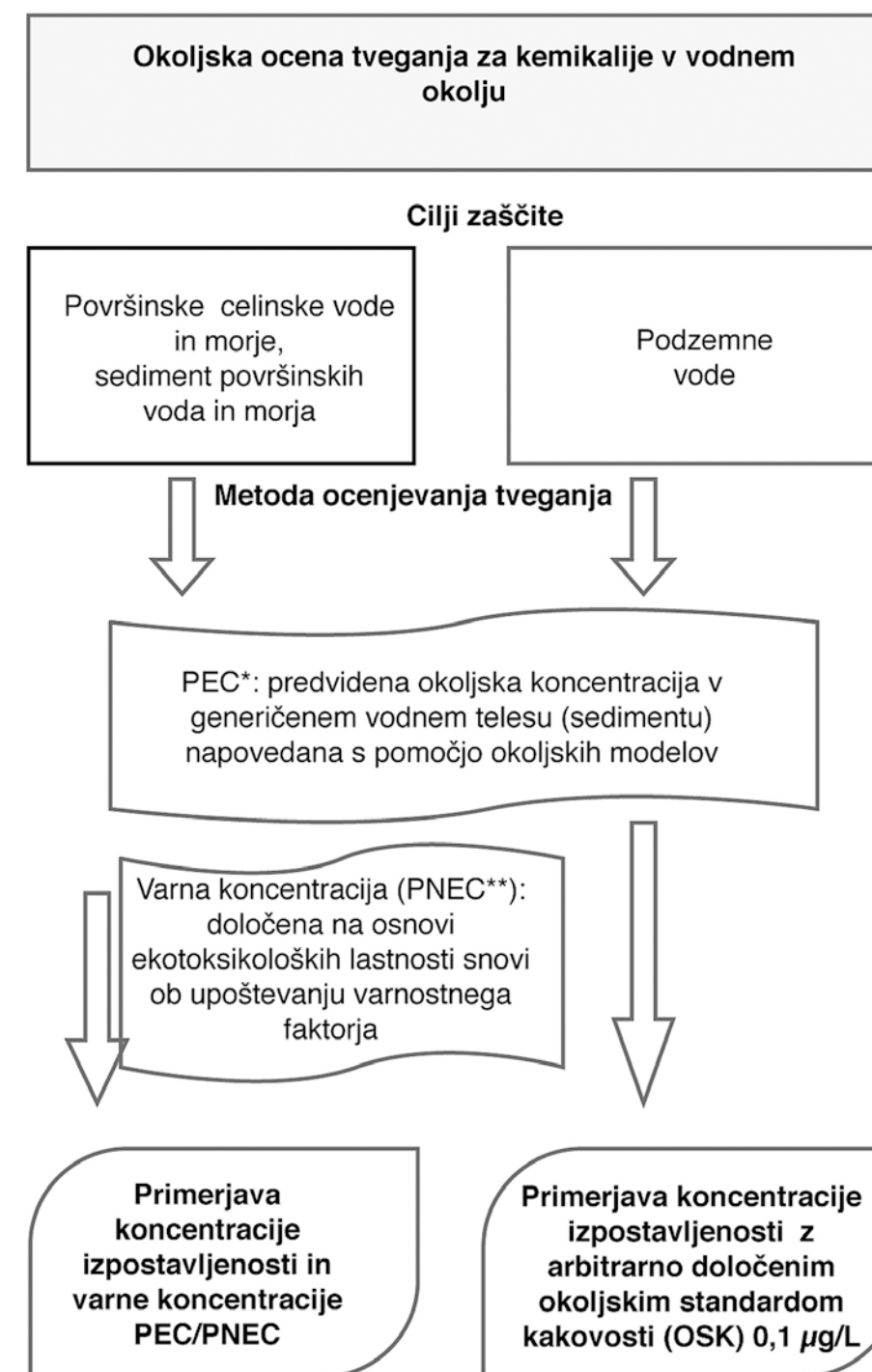
2. REGULATIVNI POSTOPKI

2.1. Okoljska ocena tveganja in okoljski standardi kakovosti za podzemne in površinske vode

Okoljska ocena tveganja temelji na primerjavi koncentracije izpostavljenosti kemijski snovi s koncentracijo njenega učinka na organizem ali združbo. Izpostavljenost je podana kot predvidena okoljska koncentracija (PEC – predicted environmental concentration). Izračun s pomočjo okoljskih modelov temelji na masi emisije snovi, na lastnostih, ki opisujejo usodo in obnašanje snovi v okolju, ter na značilnostih sprejemnega segmenta okolja. Toksični učinek kemijske snovi na strukturo in funkcijo ekosistema se določi z vrednotenjem ekotoksikoloških podatkov ter uporabo ustreznega varnostnega faktorja. Tako dobljena varna koncentracija snovi (PNEC – predicted no effect concentration) je določena za vsak posamezni segment okolja (vodo, tla, sediment). Praviloma je ta tudi osnova za določitev okoljskih standardov kakovosti, ki jih sprejme določevalec (Evropska Komisija, nacionalne odgovorne ustanove).

Mejna vrednost za pesticide v podzemni vodi je arbitrarno izbrana vrednost (nekoč je bila to spodnja meja analitskega določanja), ki ni bila sprejeta na osnovi vrednotenja toksikoloških in ekotoksikoloških podatkov. Pesticidi v koncentraciji, manjši od 0,1 µg/L (ali/in v vsoti, manjši od 0,5 µg/L), naj ne bi imeli negativnih kratkodobnih ali dolgodobnih učinkov na človeka. Ta mejna koncentracijska vrednost pa naj bi bila varna tudi za vodne ekosisteme.

V nasprotju z mejnimi vrednostmi za pesticide v podzemni vodi so vrednosti okoljskih standardov kakovosti za prednostne, prednostne nevarne snovi ter posebna onesnaževala v površinskih vodah določene na osnovi tveganj, ki jih te snovi predstavljajo za vodno okolje. Za izbrane snovi so bili ovrednoteni ekotoksikološki podatki ter določene varne koncentracije za njihove akutne ter dolgodobne učinke. Okoljsko oceno tveganja v vodnem okolju prikazuje slika 2.



* PEC: Predicted Environmental concentration

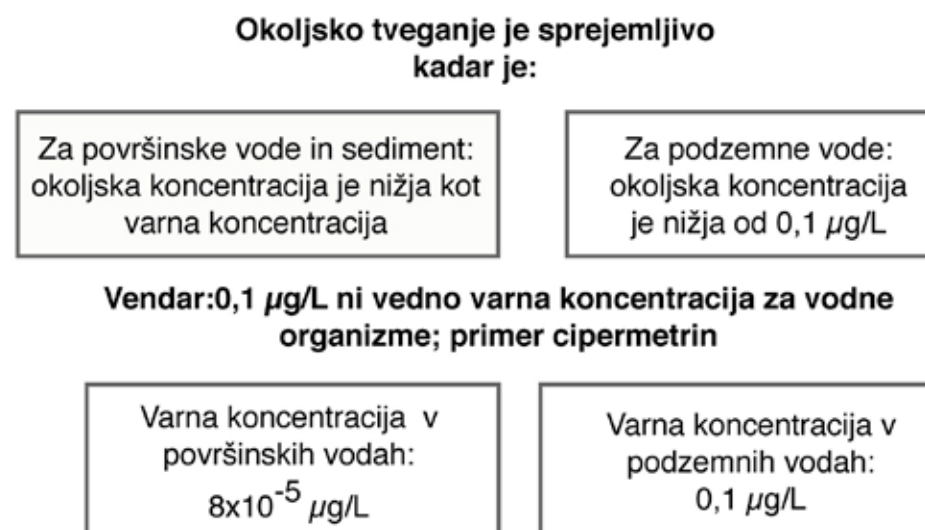
** PNEC: Predicted No Effect Concentration

Slika 2: Primerjava postopka ocene tveganja in določitve varne koncentracije za kemikalije v površinskih vodah, morju in podzemnih vodah

Predpisane dovoljene koncentracije za številne nevarne snovi v površinskih vodah so znatno nižje, kot pa za iste snovi v podzemni vodi, kjer velja enotna mejna vrednost 0,1 µg/L. Tako je na primer okoljski standard za letno povprečje za aktivno snov cipermetrin (v rabi je kot pesticid, biocid, pa tudi kot veterinarsko zdravilo) v površinskih vodah 8×10^{-5} µg/L (Direktiva



2013/39/EU, 2013), kar je za več velikostnih razredov nižje, kot je dovoljena koncentracija v podzemni vodi (slika 3).



Slika 3: Odločanje o sprejemljivosti okoljskih tveganj; okoljski standard kakovosti (OSK) za podzemne vode ne predstavlja vedno varne koncentracije tudi za podzemne vode; primer cipermetrin

Koncentracije, ki so varne za človeka, torej niso nujno varne tudi za vodne ekosisteme. Medtem ko so človek in sesalci (kot testne živali pri določanju varnih koncentracij) le oralno izpostavljeni onesnaževalom v pitni vodi, so vodni organizmi izpostavljeni ves življenjski cikel (od jajčeca do odraslega organizma), ob tem pa so ob oralno izpostavljeni še preko dihal in kože.

3. ZNAČILNOST IN RANLJIVOST EKOSISTEMOV PODZEMNIH VODA

3.1. Reprezentativni ekosistemi podzemnih voda

V registracijskih postopkih za kemijske snovi v EU-ju ni mogoče oceniti okoljskega tveganja za vsa obstoječa, potencialno izpostavljena okolja podzemnih voda, zato sta predlagana dva reprezentativna ekosistema ter ekoton:

- vode plitvega krasa,
- intersticielne vode aluvialnih nanosov ob rekah,
- vode izvirov kot ekoton med podzemnimi in površinskimi vodami.

Kras prekriva približno 25 % ozemlja EU-ja (Hollingsworth, 2006) z reprezentativnimi habitatmi, kot so kraške jame s podzemnimi kavernami ter razpokami in kanali, napolnjenimi s podzemno vodo. Intersticielne vode aluvialnih ali drugih nanosov ob rekah so v večjem delu EU-ja nezanemarljivi viri pitne vode, ki so praviloma pod vplivom intenzivnega kmetijstva, urbanizacije, infrastrukture in industrije (Di Guardo in Finizio, 2015).

Voda izvirov je ob vodah, ki napajajo površinske vodotoke, obravnavana v kontekstu, ko se podzemna voda prikaže na površju zaradi odkrivanja pokrivnega sloja. Tak primer je voda v gramoznicah oziroma podzemni dotok jezer oziroma rek. V skladu z vodno direktivo mora biti voda izvirov primerne kakovosti, da ne poslabša statusa površinskih voda.

3.2. Značilnost podzemnih voda in stigofavne²

Ekosistemi podzemnih voda so odprti sistemi, skozi katere teče tok snovi in energije. Vir zadnje je v največji meri organski ogljik, ki nastaja na površju. Skupna značilnost ekosistemov podzemnih voda je odsotnost sončne svetlobe in posledično odsotnost fotosintetskih organizmov. Ekosistemi podzemnih voda so alotropni in heterotrofni, saj so praviloma v celoti odvisni od energijskega toka (pretok hranil) s površja (Culver in Pipan, 2009). Medtem ko je za podzemne vode krasi pretok ogljika kot vira energije praviloma omejujoč dejavnik, pa to nujno ne velja za intersticielne vode aluvialnih nanosov. Za vse podzemne ekosisteme lahko tudi ugotovljamo manjšo variabilnost abiotičnih dejavnikov (na primer temperature) v primerjavi z ekosistemi površinskih voda. Pretok organskih snovi je odvisen od količine razpoložljivih organskih snovi v epigeičnem ekosistemu, dinamiki pretoka vode in filtracijskih sposobnostih tal.

Stigofavno predstavljajo prvenstveno členonožci (nižji raki), nečlenarji (polži), med vretenčarji pa razen močerila in ribje vrste nima predstavnikov (slika 4). Značilnost stigofavne je fragmentiranost populacij, velika stopnja endemizma, stigofavna slovenskega krasi pa je tudi med najbolj vrstno pestrimi na svetu (Sket, 2005). Fiziološke prilagoditve se kažejo kot odsotnost pigmenta in pogosto oči ter sposobnost preživetja ob pomanjkanju hrane, torej dolgotrajno stradanje, ki mu sledi hitra reaktivacija metabolizma ob občasni ponudbi hrane. Vrste so pogosto dolgožive (povprečna življenjska doba močerila je približno 70 let, pogosto preživijo več kot 100 let), z malim številom potomcev in pozno spolno zrelostjo (močerili so spolno zreli pri 13 do 15 letih) (Voituron idr., 2011).



Slika 4: Rod slepih postranic (*orodo Niphargus*) je v podzemnih vodah zastopan z 200 vrstami, medtem ko vretenčarje kot stalno podzemno vrsto predstavlja močeril (*P. anguinus*) in nedavno odkrita ribja vrsta iz rodu činkelj (Kolar in Finizio, 2017)

² Organizmi začnejo in zaključijo ves življenjski cikel v podzemni vodi.



3.3. Ranljivost ekosistemov podzemnih voda in stigobiontskih vrst

Za varovanje podzemnih ekosistemov ne zadostuje določanje varnih koncentracij kemikalij na osnovi njihove strupenosti, kot to velja za ekosisteme površinskih vodah. Za oceno skupnega negativnega učinka kemijskega stresorja na stigofavno jo je treba ovrednotiti tudi z vidika ekosistemske ranljivosti.

Ranljivost ekosistema ali združbe smo opredelili:

- z izpostavljenostjo ekosistema,
- z občutljivostjo vrst za strupenostne učinke,
- s trdoživostjo združb.

Izpostavljenost ekosistema: podzemne vode so v toplem delu leta hladnejše od površinskih voda. Hladnejše okolje v povezavi z odsotnostjo sončne svetlobe praviloma pomeni počasnejšo biotično in abiotično razgradnjo snovi. Zato je izpostavljenost ekosistema kemijskim stresorjem daljša. Počasnejša biodegradacija je tudi posledica omejene raznovrstnosti, aktivnosti ter velikosti mikrobnih združb v podzemni vodi.

Občutljivost vrst za kemijske stresorje: ekotoksikološki testi na predstavnikih stigofavne so zelo zahtevni, zlasti dolgodobni testi kroničnih učinkov kemikalij. Maloštevilni podatki o občutljivosti vrst za kemikalije kažejo, da je stigofavna za akutne učinke kemikalij podobno občutljiva, kot so površinske vrste. Vendar pa lahko na osnovi raziskav prilagoditev stradanju predvidevamo, da je občutljivost stigofavne na dolgodobne vplive kemijskih stresorjev večja, kot je občutljivost vrst iz ekosistemov površinskih voda (Kolar in Finizio, 2017).

Trdoživost združb: vrste, ki živijo v podzemnih vodah, označujejo nekatere skupne ekološke prilagoditve, ki se pogosto pojavljajo zlasti pri vrstah kraškega podzemlja. Vrste kažejo visoko stopnjo endemizma, dolgoživost in nizko reproduktivno sposobnost. Ob zastrupitvi podzemnih voda s snovmi, kot so pesticidi, veterinarska zdravila ali nitrat, je ponovna naselitev pogosto nemogoča. Medtem ko površinske vode sčasoma ponovno naselijo iste združbe, kot so bile tam pred havarijo, pa je v podzemlju to pogosto nemogoče. Živalske vrste po zastrupitvi pogosto popolnoma izginejo, saj površina pomeni nepremagljivo oviro za rekolonizacijo podzemnih voda (van Beelen, 2007). Posledice ranljivosti ekosistemov podzemnih voda se kažejo v neugodnem konservatorskem statusu stigofavne, saj so številne vrste, vključno z močerilom, na rdečem seznamu ogroženih živalskih vrst (Prelovšek in Hajna, 2011).

4. ZAKLJUČEK

Podzemne vode na območju Evropske unije niso le vir pitne vode, temveč so zelo poseben, biotsko pester in ranljiv ekosistem, ki ga ob odpadnih in slabo očiščenih vodah iz komunalnih virov in industrije ter izcednih vod iz deponij odpadkov ogrožajo tudi emisije iz kmetijstva, zlasti živinoreje. Gnoj in gnojevka nista le vir hranil v obliki nitrata in fosfatov, temveč tudi vir ostankov veterinarskih zdravil in dodatkov živalske krme.

Evropska zakonodaja na področju registracije kemikalij podzemne vode obravnava kot vir pitne vode, ne pa tudi kot ekosistem. V prenovljenih navodilih za okoljsko oceno tveganja za veterinarska zdravila in dodatke k živalski krmi je kot cilj zaščite predlagana tudi podzemna voda kot ekosistem. Podzemne vode plitvega krasa, intersticijske vode aluvialnih nanosov ob rekah ter vode izvirov so reprezentativni ekosistemi, ki jih bo treba v bodoče upoštevati pri okoljski oceni tveganja, potrebni za varno rabo kemikalij, preden le-te pridejo na trg v članicah Evropske unije.

Zaščito ekosistemov podzemnih voda in v njih živeče stigofavne je treba uveljaviti tudi na zakonodajnem področju vodne politike, dobre kmetijske prakse v zvezi z uporabo gnojil živalskega izvora ter zakonodajnem področju registracije in avtorizacije industrijskih kemikalij, biocidov, fitofarmaceutskih sredstev.

LITERATURA IN VIRI

1. Camacho, A. I., 2003. An overview of the distribution of the Parabathynellidae (Crustacea, Syncarida Bathynellacea) on the Iberia Peninsula and Balearic Islands. *Graellsia*, 59(1), 63–78.
2. Culver, D. C., Pipan, T., 2009. *The Biology of Caves and Other Subterranean Habitats*, 273. Dostopno na: http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=2Bg5BG_z12AC&pgis=1
3. Deharveng, L., Stoch, F., Gibert, J., Bedos, A., Galassi, D., Zagamajster, M., ... Marmonier, P., 2009. Groundwater biodiversity in Europe. *Freshwater Biology*, 54(4), 709–726. doi:10.1111/j.1365-2427.2008.01972.x
4. Di Guardo, A., Finizio, A., 2015. A client-server software for the identification of groundwater vulnerability to pesticides at regional level. *The Science of the Total Environment*, 530–531, 247–56. doi:10.1016/j.scitotenv.2015.05.112
5. Direktiva 2006/118/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 12. decembra 2006 o varstvu podzemne vode pred onesnaževanjem in poslabšanjem. Uradni list Evropske unije, (372), 19–31.
6. Direktiva 2013/39/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 12. avgusta 2013 o spremembi direktiv 2000/60/ES in 2008/105/ES v zvezi s prednostnimi snovmi na področju vodne politike. Uradni list Evropske unije, 2013, 1–17.
7. Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta 2000/60/ES z dne 23. oktobra 2000 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike, 2000. Uradni list Evropske unije, L327(1), 275–346.
8. Direktiva Sveta o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov (91/676/EGS, 1991). Uradni list Evropske unije, L375/1, 68–77.
9. Direktiva Sveta z dne 15. julija 1991 o dajanju fitofarmaceutskih sredstev v promet (91/414/EGS). Uradni list Evropske unije, 11, 332–367.
10. European Food Safety Authority, 2008. Guidance for the preparation of dossiers for technological additives Prepared by the Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed Adopted on 16 July 2008, 1–21.
11. European Medicines Agency, 2007. The guideline on environmental impact assessment for veterinary medicinal products in support of the VICH guidelines GL6 and GL3.
12. European Medicines Agency, 2017. Guideline on assessing the toxicological risk to human health and groundwater communities from veterinary pharmaceuticals in groundwater, 44(February), 1–11.
13. Hollingsworth, E., 2006. Karst Regions of the World, 1–139.
14. Kolar, B., Finizio, A., 2017. Assessment of environmental risks to groundwater ecosystems related to use of veterinary medicinal products. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 88, 303–309. doi:10.1016/j.yrtph.2017.02.009
15. Prelovšek, M., Hajna, N. Z., 2011. Pressures and Protection of the Underground Karst; Cases from Slovenia and Croatia. Sazu, Z R C.
16. Sket, B., 2005. Diversity in Dinaric Karst. V Culver D.C. (ur.), White W. B. (ur.), *Encyclopedia of Caves* (str. 158–165).



17. Stoch, F., 1995. The ecological and historical determinants of crustacean diversity in groundwaters, or: why are there so many species. *Mémoires de Biospéologie*. Dostopno na: <http://www.faunaitalia.it/fstoch/pdf/Stoch, 1995b.pdf>
18. Uredba (EU) št. 528/2012 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 22. maja 2012 o dostopnosti na trgu in uporabi biocidnih proizvodov. Uradni list Evropske unije, 167, 1–123.
19. Van Beelen, P., 2007. Ecologische risicobeoordeling van grondwater. RIVM rapport 711701055/2007.
20. Voituron, Y., de Fraipont, M., Issartel, J., Guillaume, O., Clobert, J., 2011. Extreme lifespan of the human fish (*Proteus anguinus*): a challenge for ageing mechanisms. *Biology Letters*, 7(1), 105–107. Dostopno na: <http://rsbl.royalsocietypublishing.org/content/7/1/105.abstract>

POMEN RASTLIN ZA KROŽENJE VODE NA KOPNEM

prof. dr. ALENKA GABERŠČIK¹

Povzetek

Rastline imajo pomembno vlogo pri kroženju vode. Vodo sprejemajo skozi korenine in jo v procesu transpiracije sproščajo skozi listne reže. Oddana voda vpliva na klimatske razmere v krajini. Če je vode dovolj, je prehajanje vode skozi rastlino neprekinjeno. Kadar vode primanjkuje, rastline delno ali popolnoma zaprejo listne reže in tako uravnavajo oddajanje. Količina vode, ki prehaja skozi rastlino, je odvisna od dostopnosti vode in prilagoditve rastlin. Rastline vplivajo na kroženje vode tudi posredno, s tem da ugodno vplivajo na kakovost in količino tal, znižujejo lokalne temperature ter prestrezajo padavine in zmanjšujejo odtekanje vode in njen fizični vpliv na tla. Odstranjevanje rastlinstva povzroči zmanjšanje količine vode na območju. Pomemben dejavnik, ki vpliva na zadrževalno sposobnost vode v krajini, je tudi sestava tal. Danes so tla zaradi intenzivne obdelave večinoma spremenjena. Zmanjšani delež organskih snovi in spremenjena tekstura tal se odražata v povečanem odtekanju vode iz krajine.

Ključne besede: klima, rastline, tla, transpiracija, vodni krog

Abstract

Plants are an important element of water cycle. They take up water through roots and release it through stomata in the process of transpiration. The water released affects climatic conditions in the landscape. Sufficient amount of water assures undisturbed water flow through the plant. During water shortage, plants partially or completely close stomata and thus reduce transpiration. The amount of water passing through the plant depends on water availability and plant's adaptations. Plants also affect water cycle indirectly by lowering local temperatures, by their contribution to soil quality and quantity, and by intercepting precipitation and thereby reducing runoff and physical effect on soil. Vegetation removal therefore reduces the amount of water in the region. Another important factor that also affects water retention capacity of the landscape is soil quality. Nowadays, due to intensive agriculture, the majority of soils are degraded. Reduced organic matter content and altered soil texture increases water drainage from the landscape.

¹ Prof. dr. Alenka Gaberščik, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo