

# Hodnotenie ohrozenia kvality podzemných a povrchových vôd cudzorodými látkami

**Antropogénna činnosť nadobúda v porovnaní s globálnymi geochemickými procesmi stále väčšiu intenzitu, preto častokrát výrazne porušuje prírodnú dynamickú rovnováhu v obehu niektorých prvkov v biosfére. Neprimerané spôsoby využívania prírodných zdrojov bez dôkladného geologického, pedohydrologického a klimatologického prieskumu, používanie stále vyšších dávok priemyselných hnojív a priemyselné znečisťovanie exhalátmi narušili prírodný smer biogeochemického cyklu mnohých prvkov, dôsledkom čoho je ich nežiadúca akumulácia v pedo- a hydrosfére.**

## Vlastnosti pôdy

Faktory, podmieňujúce rozsah a intenzitu priesaku sledovaných cudzorodých látok pôdnym profilom s možným znečistením hydrosféry sú zároveň kritériami pre vyčlenenie rizikových kategórií pôdných systémov priesakom.

Predovšetkým sú to základné pôdne vlastnosti (textúra, štruktúra, reakcia prostredia, púťanie iónov, adsorbčné vlastnosti, kvalita a kvantita humusu), úroveň hladiny podzemnej vody a dynamika jej režimu, stavba pôdneho profilu, charakter pôdotvorného substrátu, vlastnosti klímy a charakter a vlastnosti geologického podkladu. Okrem spomínaných faktorov tu spolupôsobí celý rad iných vplyvov, napr. urýchlenie priesaku rozsiahlymi agromelioračnými zásahmi, charakter a vlastnosti vegetačného krytu, spôsob využívania a obhospodarovania územia, znečistenie z bodových zdrojov, spôsob aplikácie agrochemikálií, ich rozpustnosť, druh, dávka a doba pôsobenia (Kozová, Bedrna, 1989).

Látky sa v pôdnom prostredí podrobujú istým zákonitostiam z hľadiska zmien foriem, ako aj z hľadiska priestorovej variability (podliehanie vodnému režimu a s tým súvisiacej migrácie). Zákonitosti podmieňujúce vodné a teplotné režimy pôdných systémov súvisia s priebehom počasia v jednotlivých rokoch, variabilitou, intenzitou atmosférických zrážok a teplôt v čase a priestore. Charakter a priebeh vodného režimu pôd je tiež daný vlastnosťami pôdno-substrátových komplexov (Bedrna a kol., 1989).

Typ vodného režimu konkrétneho pôdneho stanovišťa je komplexným prejavom energetických a substačných interakcií medzi pôdou a klímou, a preto má rozhodujúce postavenie pri vyčleňovaní kategórií pôd z hľadiska častosti a intenzity priesaku pôdnej vody pôdnym profilom. Princípom ich vyčlenenia je teda prevládajúci smer a intenzita pohybu vody v pôdnom systéme.

## Škodlivé látky

Z chemických prvkov a zlúčenín, ktoré môžu priesakom ohroziť kvalitu predovšetkým podzemných vôd, sme vybrali skupinu toxických látok. Ich obsah v podzemných vodách je limitovaný ČSN 75 7111 o pitnej vode.

Pri konkrétnom hodnotení sme sa zamerali na prvky a zlúčeniny, ktoré slúžia v príslušnej norme ako toxikologické ukazovatele (voľný amoniak, arzén, dusičnany, polycyklické aromatické uhľovodíky (PAU), fluoridy, kadmium, olovo a ortuť). Pri prekročení ich limitných hodnôt môžu spôsobiť poškodenie zdravia človeka (aj ostatných živých organizmov), prejavujúce sa poruchami tráviacej sústavy, centrálného nervového systému a dýchacieho aparátu. Mnohé z kovových zlúčenín spôsobujú špecifické poškodenie srdcovo-cievneho aparátu, pečene, kože, obličiek a miechy. Patria k nim hlavne kumulatívne jedy, teda arzén, kadmium, olovo a ortuť, ktoré majú navyše aj karcinogénne účinky. Zo zdrojov sa najčastejšie vypúšťajú do ovzdušia a povrchových tokov, čo podmieňuje ich rozdielny priestorový dosah a koncentráciu.

Na polutanty v ovzduší pôsobia aerodynamické procesy a ďalšie prítomné prvky, s ktorými často vstupujú do reakčných procesov. Rádus ich dopadu na zemský povrch možno určiť len štatisticky, príp. numericky (rozptylovými štúdiami pre jednotlivé zdroje) alebo konkrétnymi meraniami v teréne. Zo vzoriek, odobratých z vegetácie a pôdy možno získať základný obraz o prítomnosti škodlivín v prostredí. V našej práci sme vychádzali z hodnotenia vyjadreného v mape základných imisných typov (Maňkovská, 1994). Na identifikovanie pôvodcov znečistenia nám poslúžili údaje o vypúšťaných škodlivinách do ovzdušia z konkrétnych bodových priemyselných zdrojov. Výber látok, ktoré majú vzťah k tomuto problému je v tab. 1.

Tab. 1: Významní priemyselní producenti vybraných škodlivín v t.r<sup>-1</sup> (r. 1991)

Priemyselný zdroj znečistenia	Amo- niak	Fluór	Fluóro- vodík	Chlór	Chlóro- vodík	Org. halog. zlúčen.	Anorg. zlúč.	Org. zlúč. dusíka	Ortuť	Kyani- dy
Istrochem Bratislava	-	0,03	-	-	1,5	-	-	11	-	-
Slov. závody technického skla Bratislava	-	-	25	-	9	-	4	-	-	-
Niklová huť Sereď	1168	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Duslo Šafa	2407	-	-	137	21	-	1	-	-	-
Tesla Vráble	-	-	-	-	-	19	-	-	-	-
Juhoslovenské celulóžky a papierne Štúrovo	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Drôtovňa Hlohovec	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Petrochema Dubová-Nemecká	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Rudné bane Vajsková - p. Lopej	-	-	-	-	-	-	13	-	-	-
Severosl. celulóžky a papierne Ružomberok	-	-	-	36	-	-	50	-	-	-
Novácke chemické závody Nováky	-	-	-	108	-	44	-	-	-	-
Slovenské lučobné závody Hnúšťa	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sloval - závod Elektrolyza Žiar nad Hronom	-	-	767	-	-	-	2	-	-	-
Považské chemické závody Žilina	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TS-SPAKO koksov. Košice-Bakša	-	1	-	44	-	-	-	-	-	-
Chemko Strážske	0,1	-	-	-	-	-	20	-	-	-
Železorné bane Nižná Slaná	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
VS cement. a váp. cementáreň Bystré	-	-	-	-	-	-	102	-	-	-
Bukóza Vranov nad Topľou	-	-	-	-	-	-	482	-	-	-
Tesla Piešťany	0,2	-	0,1	-	0,01	6	-	0,02	-	-
Skloplast Trnava	-	57	-	-	-	-	-	-	-	-
Sklárne Poltár	-	-	15,1	-	-	-	-	-	-	-
ZSNP - závod zlieváreň Žiar nad Hronom	-	0,03	-	0,07	-	0,03	0,05	-	-	-
ZSNP - závod kysličníkáreň Žiar nad Hronom	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-
Východoslovenské strojárne Košice	-	-	-	-	-	0,2	0,006	-	-	-
Východoslovenské železiarne Košice	315	-	-	-	2210	-	81	-	0,4	317
Východoslovenské autodružstvo Prešov	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-
Železorné bane Rudňany	-	-	-	-	-	-	-	-	3,2	-

Zlúčeniny dusíka sú súčasťou emisií z energetiky, komunálnych zdrojov, výroby kyseliny dusičnej, rafinácie ropy a dopravy. Z priemyselných zdrojov zlúčenín fluóru má popredné miesto výroba hliníka, fosforečných hnojív a iný chemický priemysel, výroba skla a pod. (Bratislava, Žiar n. Hronom, Žilina, Poltár, Lednické Rovne, Hlohovec). V emisiách PAU má dominantné zastúpenie automobilová doprava. Výrazne zvýšený obsah týchto zlúčenín sa namerá v pôde až do vzdialenosti ca 50-60 m po oboch stranách frekventovaných ciest (Hewitt, Rushed, 1991; Ďurajková, 1992). Ťažké kovy, ako je olovo, ortuť, kadmium a arzén sú súčasťou hutných prachov v metalurgii (Košice, Rudňany, Krompachy, Vajsková, Široká a iné). Meranie podielu tejto skupiny látok v exhalátoch sa u nás zatiaľ neuskutočňuje (s výnimkou ortuti), čo je vzhľadom na ich veľmi nebezpečnú povahu vážnym nedostatkom.

Rovnako o zdrojoch znečistenia povrchových vôd touto skupinou látok neexistujú vyčerpávajúce podklady. Prítomnosť vybraných látok v tokoch sa monitoruje sieťou meračích profilov, čím sa získavajú údaje len o stave (nie o pôvodcovi znečistenia). Predpokladáme však, že v prípadoch

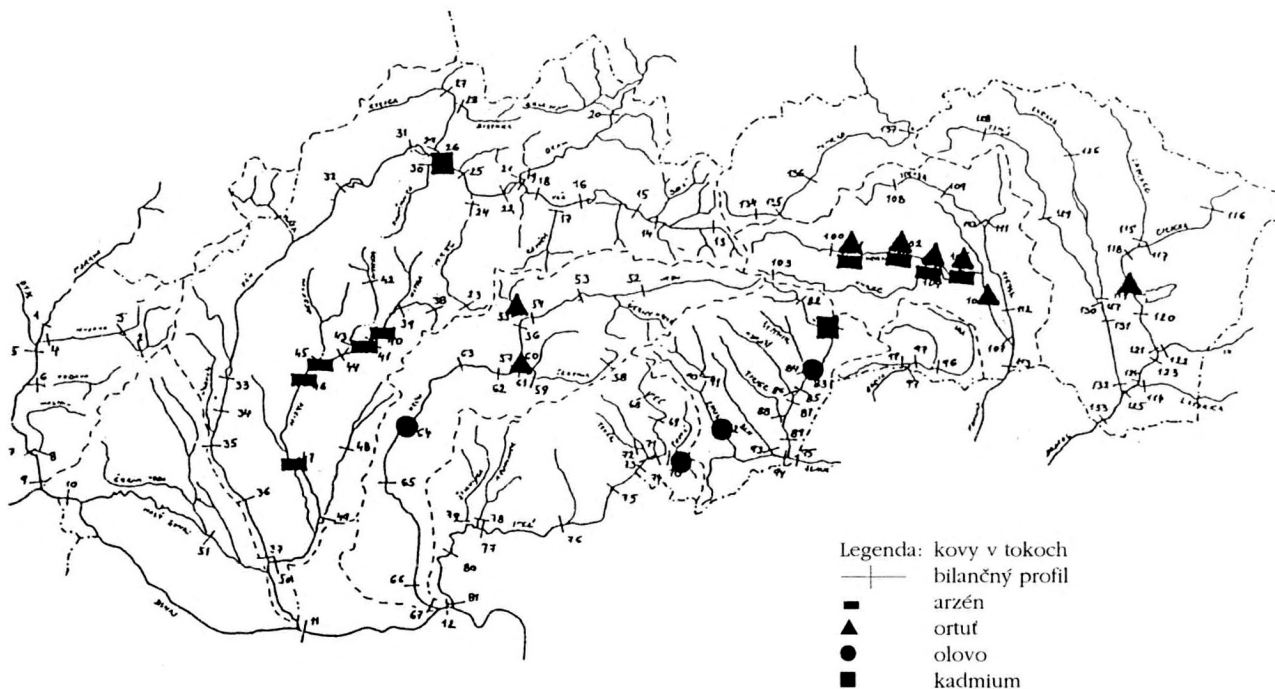
silného znečistenia tokov nepochádzajú tieto prvky z prirodzených procesov (napr. vymývania z horninového prostredia). Na identifikáciu potenciálneho ohrozenia podzemných vôd táto informácia postačuje, nedostatočný je však systém merania v profiloch. Mnohé z prvkov sa nesledujú kontinuálne (napr. obsah kovov), a tak sa vždy nedá zistiť ich správanie. V povrchových tokoch sme analyzovali prítomnosť ťažkých kovov, ktoré sú nebezpečenstvom predovšetkým pre zdroje vody v nívných sedimentoch.

#### Hodnotenie potenciálneho priesaku toxických látok do podzemných vôd

Z hľadiska intenzity ohrozenia hydrosféry priesakom cudzorodých látok sme pôdno-substrátové systémy na území Slovenska rozdelili do piatich skupín podľa vybraných parametrov:

- **Pôdno-substrátové systémy bez ohrozenia priesaku.** Boli vyčlenené na základe prevládania viacročného cyklu zostupného pohybu vlahy v pôdnom profile, ktorý je charakteristický pre oblasti s výparným typom pôdneho re-

## 1. Znečistenie tokov ťažkými kovmi



žimu fluvizemí a čiernice na starých fluviálnych sedimentoch v semiarídnych klimatických oblastiach. Dôležitým kritériom je hĺbka podzemnej vody a vlastnosti klímy.

Do tejto kategórie patria aj pôdne systémy s kolobehom obmedzujúcim sa len na pôdny profil, čo je charakteristické pre černoze, hnedozeme na sprašiach a čiernice černoze na starých fluviálnych sedimentoch, čo sú pôdne systémy s nepremývnym typom vodného režimu.

• **Pôdno-substrátové systémy s občasným vertikálnym priesakom.** Ide o pôdne systémy s nepremývnym typom vodného režimu, kde ale výdatnejšie atmosférické zrážky v niektorých rokoch môžu podmieniť priesak pôdnej vody do podzemných vôd a kontaminovať ich. Patria sem hnedozeme luvizemné, luvizeme na sprašových hlinách a regosoly na eolických pieskoch, príp. v semiarídnej klimatickej oblasti (regosoly), na rozhraní semihumídnej a humídnej klimatickej oblasti (hnedozeme luvizemné a luvizeme) alebo na starších fluviálnych sedimentoch (fluvizeme a čiernice).

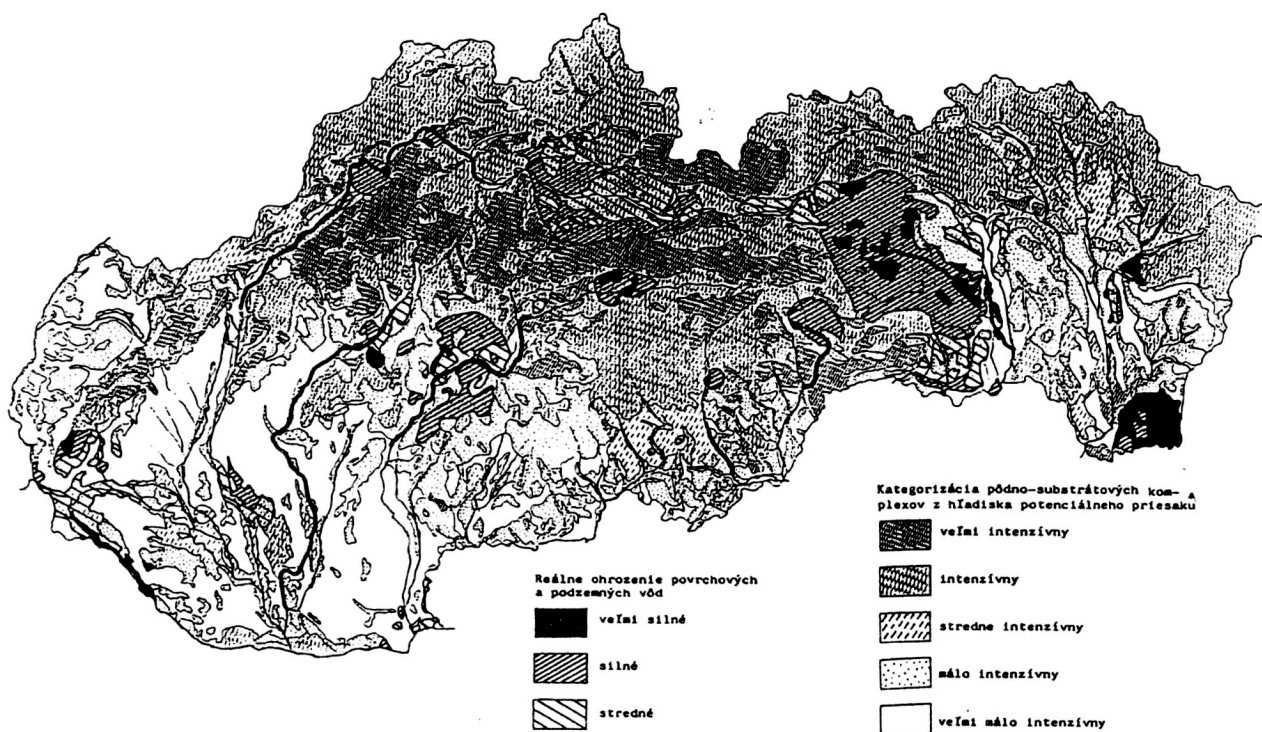
• **Pôdno-substrátové systémy s občasným až každoročným priesakom.** Sem patria oblasti s periodicky premyvným vodným režimom a dominantné zastúpenie tu majú kambizeme na rozhraní semiarídnej a humídnej klimatickej oblasti, viazané na delúviá rôznych hornín, fluvizeme a čiernice pelické na veľmi ťažkých nívnych sedimentoch a hnedozeme pseudoglejové.

• **Pôdno-substrátové systémy s každoročným priesakom.** Dominantné zastúpenie v tejto kategórii majú pôdno-substrátové komplexy prechodne prevlhčené až intenzívne premyvné. Patria sem kambizeme na miernejších svahoch a v miestnych depresiách reliéfu s hlinito-piesčitymi typmi pôdotvorných substrátov, spomínané pri predchádzajúcej kategórii, ale v iných klimatických podmienkach. Na nepriepustnom podklade (šľovito-piesčité bridlice, bridličnaté slieňovce) vznikajú významné obzory freatickej vody, ktoré sa môžu potenciálne kontaminovať nežiadúcimi látkami odtekajúcou gravitačnou vodou z nadložnej pôdnej vrstvy.

• **Rizikové pôdno-substrátové systémy s permanentným priesakom.** Kritériom vyčlenenia tejto kategórie je každoročné prevlhčovanie pôdno-horninovej vrstvy, a to buď priesakom gravitačnej vody, alebo kapilárne vzlianjúcou vodou z hladiny podzemnej vody, ktorá sa nachádza blízko pôdneho povrchu. Patria sem glejové, rašelinové pôdy, ktoré sa vyskytujú v horskej, podhorskej a vrchovinovej oblasti, ďalej fluvizeme a čiernice glejové, slance na fluviálnych a veľmi ťažkých sedimentoch.

### Potenciálne ohrozenie vôd na Slovensku

Na základe mapového vyjadrenia stavu na Slovensku (obr. 2) konštatujeme, že najproblémovjšie oblasti sa roz-



2. Priestorová kategorizácia reálneho ohrozenia povrchových tokov a podzemných zdrojov vody priesakom cudzorodých látok

prestierajú v severnej a východnej časti Slovenska, kde je priestorovo najrozsiahlejšia nežiadúca kombinácia silnej produkcie emisií toxických látok a pôdnych vlastností priaznivých pre priesak do podzemných vôd (stredné a horné Považie, Spiš a oblasť Košíc, Východoslovenská nížina v oblasti Vojan). Okolie Bratislavy, Žiaru nad Hronom, Šale a ďalšie majú pestrejšiu skladbu hornín a pôd, takže ohrozenie hydrologických zásob je diferencované a výsledný efekt je z ekologického hľadiska priaznivejší. Ohrozenie vôd exhalátmi z dopravy reprezentujú línie v smeroch najintenzívnejších dopravných prepojení, kde sú súčasne podmienky na infiltráciu.

Vyčlenenie kritických miest z hľadiska potenciálneho priesaku cudzorodých látok pôdnym profilom, a tým ohrozenie zdrojov podzemnej a povrchovej vody, je námetom pre nové prístupy k ich analýze a prehodnocovaniu stavu, pričom problém je aj v oblasti získavania presných podkladov o nebezpečných látkach v prostredí. Zachovanie kvality vody, ktorá je spolu so vzduchom najvyhnutnejšou zložkou života na Zemi, je jednou z podmienok trvalo udržateľného rozvoja.

### Článok vychádza z výsledkov grantu *Ekologické faktory trvalo udržateľného rozvoja sídiel*.

#### Literatúra

- Bedrna, Z. a kol., 1989: Pôdne režimy. Veda, SAV, Bratislava, p. 67-108.
- Đurajková, N., 1992: Vplyv dopravy na životné prostredie z európskeho aspektu. Život. Prostr., 26, 5, p. 259-261.
- Hewitt, C., N., Rushed, M., B., 1991: The deposition of selected pollutants adjacent to a major rural highway. Atmosphere Environment, 56, p. 976-983.
- Kozová, M., Bedrna, Z., 1989: Hodnotenie pohybu agrochemikálií v poľnohospodárskej krajine z hľadiska ochrany vodných zdrojov. (Záverečná správa.) ÚEBE SAV, Bratislava, p. 25-35.
- Maňkovská, B., 1994: Vplyv znečisteného ovzdušia na slovenské lesy. Život. Prostr. 28, 1, p. 26-29.