

Hydrogeológia a ochrana životného prostredia

(2 tab. v texte)

STANISLAV GAZDA* — LADISLAV MELIORIS** — ANTON PORUBSKÝ***

Rapport de la hydrogéologie aux problèmes de la formation et protection du milieu vital

L'article traite les différentes formes et les phénomènes négatifs de l'activité humaine par rapport au régime et à la composition chimique des eaux souterraines. Les auteurs signalent l'état non satisfaisant de la protection du milieu vital et recommandent les méthodes convenables à résoudre ces problèmes.

Отношение гидрогеологии к проблемам образования и охраны жизненной среды

Статья говорит о разных формах и отрицательных проявлениях жизненной деятельности человека в режиме и химическом составе подземных вод, показывает неудовлетворяющее состояние охраны и предлагает основные методы их комплексного решения.

Využívanie vodných zásob prináša ľudstvu celý rad kladných i záporných dôsledkov. Z praxe vieme, že voda pôsobí na životné prostredie dvojakým spôsobom. Ako nevyhnutný predpoklad každej hospodárskej činnosti vplýva voda na hospodárstvo tak, že podporuje jeho rozvoj, alebo naopak, v prípade nedostatku ho obmedzuje. Význam vody ako súčasť životného prostredia určuje jej kvalita a kvantita. Hlavné vzťahy hydrogeológie a životného prostredia možno vyjadriť hodnotením prírodných hydrogeologických, hydrologických a geochemických pomerov, rastom nárokov na zásobovanie vodou zo zdrojov podzemnej i povrchovej vody, rastom nárokov na odvádzanie odpadovej vody, jej čistenie ap.

Jeden z najvážnejších problémov, ktorý musí súčasná hydrogeológia riešiť, je vplyv ľudskej činnosti na kolobeh vody, najmä ak sa berie do úvahy stále rastúce množstvo pevného, plyného a kvapalného odpadu, zväčšujúci sa rozsah regulácie povrchového odtoku, resp. využitia podzemnej vody a s tým súvisiace veľké zmeny prírodného prostredia. Pritom rozsah využívania vodných zdrojov a zásahov do nich bude v najbližších desaťročiach zrejme oveľa väčší ako v súčasnosti.

* Ing. Stanislav Gazda, CSc., Geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, 809 40 Bratislava.

** Doc. RNDr. Ladislav Melioris, CSc., Katedra inžinierskej geológie a hydrogeológie Prírodovedeckej fakulty UK, 800 00 Bratislava.

*** RNDr. Anton Porubský, Geografický ústav SAV, ul. Obrancov mieru 41, 886 25 Bratislava.

Je prirodzené, že meniace sa kvantitatívne a kvalitatívne parametre vody treba skúmať lokálne aj globálne. Z tohto dôvodu treba zaviesť a rozšíriť systematické pozorovania, ako aj spresniť predpovede o dôsledkoch, aké vyplynú z druhov a rozsahu ľudskej činnosti.

Veľké kvantitatívne alebo kvalitatívne zmeny sú rozhodujúce, ale na rastliny alebo živočíchy môžu negatívne vplyvať aj neznáme účinky niektorých chemikálií alebo prvkov prítomných v ich ekosystémoch i v relatívne malých množstvách. Biologické a fyzikálne procesy môžu zapríčiniť nebezpečnú koncentráciu škodlivých účinkov, najmä pokiaľ ide o vodu v ich okolí. To je príčina, prečo sa opäť zdôrazňuje potreba nových prístupov k problematike kvality vody. Intenzívne zmeny v kvalite a kvantite vody môžu byť dôsledkom súčasného vývoja poľnohospodárskej výroby, najmä chemizácie, a jej vplyvu na okolité prostredie. Ide najmä o používanie ťažko nahraditeľných druhov pesticídov, intenzívnu koncentráciu živočíšnej výroby, vzrast potreby minerálnych hnojív ap. Človek môže priamo alebo nepriamo ovplyvňovať atmosférické procesy: zmenou podmienok kondenzácie môže napr. ovplyvniť množstvo zrážok, znečistením ovzdušia napr. radiáciu. Výsledný účinok takýchto zásahov sa prejavuje na kolobehu vody, ktorý zatiaľ poznáme iba čiastočne.

Hodnotenie zásob podzemnej vody, jej ochrana a vzťah k životnému prostrediu sú naliehavé úlohy modernej hydrogeológie na celom svete. Preto aj československá hydrogeológia musí zamerať svoju praktickú aj teoretickú činnosť v tomto smere a orientovať vedeckú koncepciu na štúdium súboru vzťahov dotýkajúcich sa celého komplexu životného prostredia. Je to naliehavá úloha najmä preto, že v teoretickom rozpracovaní hydrogeológie ako prírodovednej disciplíny zaostávame za svetovým priemerom. Už najmenej desať rokov sa na našich konferenciách, seminároch a sympóziách, a to nielen hydrogeologických, lež aj hydrologických, vodohospodárskych a i., zvyčajne predkladajú štatistiky, koľko vody a na aké účely potrebujeme, aké sú asi jej zásoby, vyjaruje sa znepokojenie, ako je voda znečistená a ako sa stále viac znečisťuje, a zároveň sa zdôrazňuje jej význam pre životné prostredie. Na druhej strane sa zatiaľ sformulovalo len veľmi málo koncepčných a teoreticky podložených stanovísk na začlenenie hydrogeológie a geochemie do súboru vied o životnom prostredí. Naše konferencie a sympóziá sa síce vždy touto otázkou zaoberajú, ale zatiaľ sa neanalyzovala tak, aby sa stala skutočnou podstatou našich výskumov a hodnotení v záverečných štúdiách a správach.

Otázka začlenenia hydrogeológie do súboru vedných disciplín o životnom prostredí nie je jednoduchá.

Podľa nášho náhľadu by bolo možno životné prostredie definovať ako súbor vzájomných vstupov a vzťahov medzi človekom a jeho existenciou v daných prírodno-ekologicko-technických pomeroch za spolupôsobenia celého systému procesov, ktoré v tomto vzájomnom vzťahu nevyhnutne prebiehajú alebo budú prebiehať.

Teda sú to vzájomné danosti vstupov a vzťahov procesov okolitého sveta viazané na existenciu života. Kvalita týchto vstupov, vzťahov a procesov tvorí kvalitu životného prostredia. Gradácia jednotlivých vstupov a vzťahov, ako i procesov medzi nimi by nám mala dať podklady ku gradácii taxonomického hodnotenia životného prostredia od optimálneho až po najhoršie — toxické. Jednotlivé vstupy a vzťahy však môžu byť ako plánovité, tak aj živelné.

Podľa ponímania životného prostredia a jeho kvality hydrogeológia a geochemia boli a sú jedným zo vzťahov a vstupov v procese životného prostredia a jeho tvorby. Voda a jej kvalita je po vzduchu najdôležitejším vstupom do tohto procesu.

Zvyšovanie spotreby vody úzko súvisí so životnou úrovňou. Ak sa má zvýšiť vplyv vody na prírodné prostredie, musí ísť v oblasti hydrogeológie predovšetkým o ovplyvnenie prirodzeného režimu podzemnej vody a ovplyvnenie prirodzených zdrojov vody. Štátny vodohospodársky plán predpokladá, že odber pitnej vody do vodovodnej siete v SSR sa

zvýši z 237 mil. m³ v roku 1970 na 760 mil. m³ v roku 2000. V celej ČSSR je vzrast potreba pitnej vody rovnako prudký. Z terajších 918 mil. m³ za rok vzrastie ku koncu storočia celková spotreba vody na 2300 mil. m³. Odber úžitkovej vody pre priemysel v SSR vzrastie z 1,1 mld m³ na 7,680 mld m³. Odber vody na závlahy v celoštátnom meradle vzrastie takmer šesťnásobne. Úhrnná spotreba pitnej a úžitkovej vody v uvedenom období vzrastie v SSR z 1,5 mld m³ na vyše 5,1 mld m³ a za celú ČSSR zo 4,380 mld m³ na viac ako 10,9 mld m³ (J. KREJČÍ 1973). Celková využiteľná kapacita zdrojov podzemnej vody v SSR sa pritom odhaduje asi na 50 m³/s (t. j. asi 1,6 mld m³ vody ročne), pričom iba približne 30 % územia má dostatok zdrojov kvalitnej vody (M. ILAVSKÝ — J. ŠRÁMKA 1973).

Tieto výhľady nútia hydrogeológov a vodohospodárov prijať veľmi konkrétne opatrenia na ochranu podzemnej vody ako jednej z determinujúcich súčastí životného prostredia. Podzemná voda prevažne spĺňa hlavné požiadavky na pitnú vodu. Preto si vzhľadom na ostatné druhy vody zasluhuje prednostné postavenie.

Aj keď má podzemná voda v samočistiacom pôsobení pôdneho horizontu, horninového prostredia a zvodnenej vrstvy prirodzenú ochranu, táto ochrana sa rozličným spôsobom narúša. V dôsledku toho, ako aj v záujme národného zdravia musí byť ochrana podzemnej vody taká, aby sa zabránilo jej hromadnému znečisteniu, prípadne jej znečisteniu ťažko rozpustnými látkami v celom infiltračnom území.

Správa svetovej zdravotníckej organizácie o znečistení vonkajšieho prostredia a jeho vplyve na zdravie obyvateľstva z r. 1965 zdôrazňuje, že sa znečisťovanie vody stalo v súčasnosti celosvetovým problémom. Za hlavné príčiny sa označujú: mimoriadne rýchla industrializácia, zvyšovanie počtu mestského obyvateľstva — urbanizácia, nedokonalosť opatrení proti znečisťovaniu vody, ako aj preventívnych metód.

V prírodnom kolobehu sa voda prvotne znečisťuje už v atmosfére v dôsledku rozpúšťania plyných exhalátov a popolčeka zrážkovou vodou. Hlavným znečisťovateľom ovzdušia je energetika, ktorá v dôsledku nevhodnej skladby palív — prevažne sa spaľujú menej hodnotné druhy uhlia s vysokým obsahom popola a síry — vypúšťa ročne do atmosféry popri CO₂ i enormné množstvo SO₂ a popolčeka. Veľké množstvo pevných i plyných exhalátov (okrem iných aj SiO₂, resp. MgO — prach, HF, H₂S, NO_x, CS₂, Cl₂, F₂ a rozličné organické látky vrátane ropných produktov) produkujú aj huty, doprava, silikátový, resp. chemický priemysel a ťažba nerastných surovín. Celkový ročný úlet pevných emisií v SSR je v súčasnosti približne 420 000 ton, plyných emisií asi 600 000 ton (M. ILAVSKÝ — J. ŠRÁMKA 1973).

Ako konkrétny príklad kontaminácie zrážkovej vody plynými exhalátmi uvádzame v tab. 1 chemické zloženie zrážkovej vody z oblasti Slovenského krasu (F. ŠTEIN 1973). Z tabuľky si možno urobiť predstavu o vplyve kontaminovanej zrážkovej vody na podzemnú vodu v oblasti, ktorá sa u nás všeobecne považuje za jednu z najmenej znečistených. V ČSSR sa problematikou znečisťovania zrážkovej vody a jeho prejavmi v podzemnej vode systematicky zaoberá V. JIŘELE (1972). Priemerná mineralizácia zrážkovej vody v ČSR sa pohybuje okolo 0,1 g/l (maximum dosahuje až 0,4 g/l), čo po prepočte na priemerné ročné zrážky reprezentuje celkový spád solí 50—80 t/km²/rok. V chemickom zložení zrážkovej vody prevládajú ióny Mg²⁺, Ca²⁺, NH₄⁺ a SO₄²⁻.

Stále rastúce znečisťovanie atmosféry exhalátmi, najmä však CO₂, SO₂ a jemnými prachovými časticami (predpokladá sa napr., že v rokoch 1975—2000 sa do ovzdušia vypustí asi 10,8 mld t SO₂, t. j. približne štvornásobok množstva uvoľneného v rokoch 1950—1975), má i rad závažných globálnych dôsledkov, okrem iného najmä postupné ochladzovanie klímy, pozorované už v poslednom štvrtstoročí, resp. rast acidity zrážkovej vody a s ním úzko súvisiace zintenzívnenie procesov vetrania, migrácie niektorých prvkov a korózie.

Lokalita	Rožňava	Jablonov	Moldava	Turna n/B
pH	6,9	6,7	6,6	7,1
org. látky (O ₂)	2,44	4,03	2,76	4,45
SiO ₂	2,6	6,4	13,8	1,5
NO ¹⁻	0,22	0,16	0,28	0,05
NO ₃ ¹⁻	9,2	1,1	5,6	0
SO ²⁻	116,1	11,1	—	—
Cl ¹⁻	11,1	4,4	5,7	6,9
HCO ₃ ¹⁻	31,7	30,5	28,0	24,4
Fe ²⁺	0,27	st	0,53	st
Ca ²⁺	40,1	12,3	16,1	7,4
Mg ²⁺	10,0	0,4	3,3	0,8
Na ¹⁺	5,8	1,5	3,3	3,2
K ¹⁺	2,6	3,0	1,5	1,6
NH ₄ ¹⁺	st	0,97	1,86	1,42
Mn ²⁺	0	0	0	5
mineralizácia	232,15	75,9	82,75	51,7

Zrážková voda sa ďalej znečisťuje pri vstupe do litosféry, najmä pri prechode cez kultúrny pôdny pokryv.

V roku 1950 sa spotrebovalo v ČSSR spolu 211 243 t minerálnych hnojív, z toho na Slovensku 65 819 t. V roku 1970 to už bolo v ČSSR 1 282 351 t, na Slovensku 457 860 t. V roku 1950 sa v ČSSR použilo 28,2 kg/ha minerálnych hnojív, na Slovensku 23,3 kg/ha, v r. 1970 v ČSSR už 182,4 kg/ha, na Slovensku 175,1 kg/ha (všetko v čistých živinách). V rokoch 1985—1990 sa plánuje až 350 kg/ha. O aké veľké množstvo ide, vidieť napr. z porovnania so ZSSR, kde sa v r. 1970—1971 spotrebovalo iba 34,4 kg/ha minerálnych hnojív, resp. s USA, kde v r. 1967—1968 sa použilo 77,4 kg/ha. Na prvom mieste je u nás spotreba draselných, na druhom fosforečných a na treťom dusíkatých hnojív. Súčasná spotreba minerálnych hnojív po prepočte na km² reprezentuje asi 15—20 t prevažne veľmi dobre rozpustných solí, z ktorých značnú časť transportuje zrážková voda do podzemnej vody. Experimenty ukázali, že ak je pôda na svahoch (v našich podmienkach asi polovica z celkovej výmery ornej pôdy) alebo je hnojivo v pôde umiestnené nesprávne, môže celkový podiel vyplavených solí dosiahnuť 90—95 %. Vyplavovať soli z pôdy pomáha aj intenzívne zavlažovanie (na 1 ha sa spotrebuje priemerne 2000 m³ vody), ktorého plošný rozsah neustále vzrastá. Priemerný ročný výnos fosforu, resp. dusíka z 1 ha pôdy sa odhaduje na 0,3—0,5 kg, resp. na 45 kg. Zákonitým dôsledkom je sústavný rast obsahu dusičnanov a fosforečnanov v podzemnej vode, najmä v prvom zvodnenom horizonte. V poľnohospodársky najproduktívnejších oblastiach (južná Morava, južné Slovensko) nie je v súčasnosti zriedkavosťou podzemná voda s koncentraciami dusičnanov nad 500 mg/l a fosforečnanov nad 10 mg/l.

Obdobne vzrastá aj znečisťovanie podzemnej vody pesticídami. Súčasná celoštátna ročná spotreba pesticídov je približne 10 000 t, z čoho veľká časť pripadá na fažko nahraditeľné chlórované uhľovodíky. Predpokladá sa, že sa v budúcich rokoch bude chemicky ošetrovať až 80 % z celkovej výmery ornej pôdy oproti súčasným asi 40 %.

V súvislosti s koncentráciou živočíšnej výroby (veľkofarmy, resp. veľkovýkrmne) vznikajú problémy s uskladňovaním, zužitkúvaním a likvidáciou pevných a kvapalných fekálií. Ide naozaj o veľké množstvo (R. JACKO 1972), lebo napr. každý kus ustajneného hovädzieho dobytku produkuje denne približne 35 l výkalov.

Je známe, že závlahy menia hydrologický režim riek kvantitatívne aj kvalitatívne. Normálny transport usadením sa znižuje a narastá koncentrácia rozpustných látok. V zavlažovanom území sa môže hladina podzemnej vody výrazne zvýšiť, v dôsledku čoho môžu nastať určité ekologické zmeny. Veľké odvodňovacie stavby vybudované na poľnohospodárske ciele v silne zamokrených a bažinatých územiach ovplyvňujú vodnú bilanciu, ako aj celý proces pohybu povrchovej aj podzemnej vody. Popri rozširovaní závlah treba tiež úmerne rozširovať informačný systém, aby sa získali podklady na objasnenie hydrologických dôsledkov zavlažovania. Je nevyhnutné, aby zásah do kolobehu vody zlepšil jej režim a obmedzil na minimum rušivé vplyvy. Z uvedeného vyplýva potreba generalizovať a publikovať informácie o vhodných metódach zavlažovania alebo odvodňovania a vychádzať pritom z teórie alebo empirických pozorovaní na jestvujúcich dielach.

Kvantitatívne najdôležitejším zdrojom dopĺňania zásob podzemnej vody fluvialných sedimentov, ktorá je spolu s podzemnými vodami mezozoika hlavným zdrojom pitnej vody v SSR, sú povrchové toky. Vo väčšine povodí sú základné hydraulické vzťahy medzi povrchovou a podzemnou vodou známe, menej však sú už známe a zatiaľ sa i menej skúmajú hydraulické, geochemické a hydrobiologické zákonitosti brehovej infiltrácie, a to tak v prírodných podmienkach, ako aj v priebehu exploatacie podzemnej vody.

Z celkovej dĺžky 99 000 km vodných tokov ČSSR je viac ako 5000 km znečistených tak, že ich voda je prakticky nepoužiteľná. Z celkovej dĺžky 4861,5 km hospodársky významných a vodohospodársky sledovaných povrchových tokov SSR je stále ešte silne znečistených 1162,5 km, v priebehu cukrovarskej kampane až 1479,5 km. Do povrchových tokov sa v súčasnosti ročne vypúšťa asi 3,2 mld m³ odpadnej vody, z toho prevažná časť bez akejkolvek úpravy. Napr. v SSR z celkového počtu 830 evidovaných väčších producentov odpadovej vody malo v r. 1970 iba 326 vybudované čistiarne, aj to spravidla nie na takej úrovni, resp. s takou kapacitou, ako by to bolo potrebné (F. ŠTEIN — R. JACKO — J. ROTHSCHHEIN 1970). Rad priemyselných odvetví vypúšťa pritom s odpadovou vodou do povrchových tokov látky, ktoré sú trvalým a prakticky neodstrániteľným nebezpečenstvom pre zdroje podzemnej vody. Je to najmä petrochemický priemysel so sieťou naftovodov, skladov, distribučných zariadení a veľko-, resp. maloobdobrateľov, priemyselné závody produkujúce dechtové látky, fenoly, farbivá, detergenty, pesticídy, zlúčeniny toxických kovov, kyanidy atď.

Ako uvádza J. BULÍČEK (1968), 48 % znečistenia povrchových tokov na Slovensku spôsobujú chemické závody, predovšetkým továrne na výrobu a spracovanie celulózy. Platí to najmä o rieke Váh, ktorú navyše znečisťujú aj ďalšie priemyselné podniky vybudované v ostatných rokoch v jej údolnej nive. Rieku Nitru najviac znečisťuje odpadová voda z chemických závodov v Novákoch. Odpady z nich obsahujú veľké množstvo toxických látok, okrem iných aj arzén, voľný chlór a chlórované uhľovodíky. Pomery v povodí Bodrogu sa zhoršili výstavbou celulóžky v Hencovciach. Kvalitu Hrona ovplyvňuje najmä odpadová voda zo Švermových železiarní, rafinérie minerálnych olejov v Dubovej, ako i banská voda z Kremnice a B. Štiavnice. Banská voda z úpravni rúd nadmieru znečisťuje rieku Slaná. Hlavným zdrojom znečisťovania vody Dunaja na našom území sú priemyselné a komunálne odpadové vody z areálu Bratislavy, ktoré v ročnom priemere prinášajú do Dunaja asi 100 000 t solí, resp. látok, najmä síranov (28 %), z rozličných nerozpustných látok, (19 %), sodíka (16,5 %) chloridov (10 %) a organických látok vrátane oleja a fenolov (5 %).

V dôsledku nedostatočného čistenia a rastúceho množstva odpadovej vody sa kvalita povrchových tokov neustále zhoršuje. Na porovnanie uvádzame chemické zloženie vody Dunaja zo začiatku tohto storočia (H. BREZINA 1906 in M. ANTONIČ — J. ROTHSCHHEIN 1966) so súčasným stavom (R. JACKO 1967). Zatiaľ čo na začiatku tohto storočia sa napr. obsah chloridov pohyboval v rozmedzí stopy — 3,6 mg/l, obsah dusičnanov v rozmedzí

0,0—2,0 mg/l, oxidovanosť v rozmedzí 1—4 mg O₂/l a odparok v rozmedzí 140—230 mg/l, v súčasnosti už ročný, resp. dlhodobější priemerný obsah týchto zložiek vysoko prekračuje hornú hranicu uvedených intervalov a maximálny obsah dosahuje niekoľkonásobne hodnoty (napr. v prípade chloridov nad 20 mg/l, v prípade oxidovanosti nad 10 mg O₂/l atď.). Ako ďalší príklad možno uviesť výsledky stanovenia síranov v niektorých povrchových tokoch, súčasné koncentrácie (r. 1970), ktoré v rade prípadov vysoko prekračujú primárne geochemické možnosti ich vzniku v horninovom prostredí povodí týchto tokov. Tak napr. obsah síranov v Myjave pri Kútoch sa pohyboval v rozmedzí 105—233 mg/l SO⁻², v Turci pri ústí do Váhu v niektorých mesiacoch dosahoval až 705 mg/l SO⁻², vo Váhu pri N. Meste n/Váhom 120 mg/l, v Handlovke 177 mg/l, v Nitre pri Chalmovej 249 mg/l, v Poprade pri Matejovciach 333 mg/l atď. (V. BOHM — K. HYÁNKOVÁ — M. MATULA — L. MELIORIS 1972).

V ostatných rokoch sa stále väčšia pozornosť venuje štúdiu stopových prvkov v biosfére ako celku. Počet preukázateľne biologicky významných stopových prvkov stále rastie a odborníci rozličných vedných odborov pripúšťajú, že ich význam je väčší, ako sa predpokladalo. Ukazuje sa, že každý prvok prítomný v živej hmote je aktívny, to znamená, že i stopové prvky prítomné v podzemnej vode majú veľký význam nielen pre rozvoj botanických, resp. zoológických druhov, ale aj pre človeka. Napriek súčasným predpokladom, že stopové prvky spolurozhodujú o zachovaní súčasných foriem života, resp. o ich rozvoji, teda že sa zúčastňujú na vytváraní životného prostredia, nevenujeme zatiaľ tejto problematike, hlavne v slovenskej hydrogeológii, primeranú pozornosť. Je preto veľmi žiadúce rozpracovať vhodnú metodiku analýzy vybraných stopových prvkov a začať so systematickým štúdiom ich koncentrácie v podzemnej vode. Pozornosť by sa mala zamerať hlavne na prvky s preukázanou (Cu, Zn, Mn, Co, Se, Cr, Fe, J), resp. predpokladanou (Rb, B, Ba, F, V, Ni, Al, Ag, Br, Cd) metabolickou funkciou.

Mimoriadne vážnou úlohou je i štúdium distribúcie, ale najmä režimné pozorovanie rádioaktivity podzemnej vody (prípadne i povrchovej vody) určitých oblastí a priebežné zhodnocovanie jej zmien v čase v rámci vybraných geologicko-geografických celkov. Získajú sa tak východiskové podklady nevyhnutné na objektívne zhodnotenie vplyvu prevádzky atómových elektrární, ktoré sa v neďalekej budúcnosti stanú aj u nás hlavným zdrojom energie, na prírodné prostredie.

Veľmi vážne následky má znečistenie podzemnej vody ropou a produktmi jej petrochemického spracovania. Z experimentálnych výsledkov vyplýva, že ropa a jej produkty, ako aj odpadová voda z procesu spaľovania sú silne toxické, pričom ich účinok v značnej miere závisí od stupňa emulgácie olejovitých látok vo vode. K znečisteniu podzemnej vody ropou a jej produktmi môže dôjsť pri jej ťažbe, doprave, skladovaní, spracovaní a distribúcii produktov. Vzťah medzi ropou (produktmi z ropy), vodou a horninovým prostredím, mechanizmami jej rozpúšťania a transportu vo vodnom prostredí, možnosťami jej mikrobiologickej degradácie a ochrannými opatreniami, či už preventívnymi, sanačnými, resp. havarijnými, sa systematicky zaoberajú najmä pracovníci VÚVH v Bratislave (R. JACKO 1970), resp. Geotestu, n. p., Brno (V. PELIKÁN 1974). Hlavná pozornosť sa sústreďuje na zamedzenie ďalšieho šírenia ropného znečisťovania z areálu závodu Slovnaft v hornej časti Žitného ostrova.

Samočistiacu schopnosť podzemnej vody je najvhodnejšie definovať ako schopnosť systému hornina—voda eliminovať z kvapalnej fázy kontaminujúce látky, ktoré v daných hydrodynamických, termodynamických, fyzikálno-chemických a oxiredukčných podmienkach nie sú stabilné. V systéme hornina—voda prebieha celý rad fyzikálnych, fyzikálno-chemických, chemických a biochemických procesov, prostredníctvom ktorých sa podzemná voda zbavuje antropogénnych produktov.

Z týchto procesov sú najvýznamnejšie sorpčné, resp. iónovymenné procesy a biochemická aktivita mikroorganizmov, najmä rozličných druhov aeróbných a anaeróbných baktérií (napr. denitrifikačné, desulfatizačné, uhľovodíkové, oxidujúce fenoly atď.), ktoré sú v podzemnej vode v množstve až niekoľko miliónov v 1 cm³ (v pôde a íle až niekoľko miliárd v 1 g). Významne sa uplatňujú aj ďalšie procesy, ako je zrážanie, koagulácia, sedimentácia, oxidačno-redukčné procesy, hydrolýza, hydratácia, rozličné chemické reakcie, tzv. filtračný efekt atď. Hlavnými nositeľmi sorpčných a iónovymenných vlastností v horninovom prostredí obehu podzemnej vody sú ílové minerály, sľudy, živce, hydroxidy železa a mangánu, organické látky (najmä humínové kyseliny a ich soli) atď. Predstavu o celkových výmenných kapacitách niektorých horninových minerálov, organickej frakcii pôdy a rozličných typov pôdy dáva tab. 2, prevzatá z práce S. GAZDU (1969).

Výmenná kapacita niektorých minerálov a typov pôdy

Tab. 2

minerál, resp. pôda	výmenná kapacita mval/100 g
kaolit	2— 15
halloyzit	5— 50
montmorillonit	80—150
ilit	10— 40
muskovit	10
chlorit	10— 40
vermikulit	100—150
biolit	3
atapulgit	18— 22
nontronit	57— 64
organická frakcia pôd	150—500
podzolové pôdy	5— 25
černozem	30— 60
glejové pôdy	15— 25

Poznámka: Hodnoty sa môžu výrazne meniť v závislosti od pôvodu a zloženia ílových minerálov, resp. pôdy, v niektorých prípadoch i od rozmeru častíc (kaolinit, ilit).

Tabuľka je spracovaná podľa údajov rozličných autorov a prevzatá z práce S. Gazdu (1969).

Z hľadiska eliminačného pôsobenia horninového prostredia voči znečisťujúcim látkam hrajú dôležitú úlohu i fyzikálne vlastnosti hornín, ako je priemer zrn, resp. častíc, ich špecifický povrch, objem a podiel dutín, ich veľkosť. Funkčne s nimi súvisia niektoré hydrogeologické parametre, predovšetkým koeficient priepustnosti, efektívna pórovitosť, prípadne účinný podiel dutín. So zmenšujúcim sa prierezom dutín a rastúcou dĺžkou ciest infiltrácie rastie filtračné pôsobenie horninového prostredia.

Pri hydrogeologickom výskume a prieskume zameranom na kvalitu podzemnej vody a jej ochranu treba venovať zvýšenú pozornosť štúdiu hydrogeologických podmienok a možnosti vnikania znečisťujúcich látok do podzemnej vody. Hydrogeologický výskum musí riešiť a študovať celú zónu infiltrácie, oblasť vsakovania i zvodnenú vrstvu. Poznatky o podmienkach vsakovania, jeho koeficiente, infiltrácii a ďalších hydrogeologických faktoroch môžu byť z tohto hľadiska rozhodujúce. Nemenšiu pozornosť treba venovať aj štúdiu mineralogicko-petrografického zloženia a fyzikálno-chemických vlastností zvodnenej vrstvy, jej bezprostredného nadložia, resp. podložia a pôdneho pokryvu v infiltračnej oblasti a ich zhodnoteniu z hľadiska možnosti eliminácie pôsobiacich kontaminujúcich látok.

Okrem rozličných foriem znečisťovania prírodné geologické prostredie významne ovplyv-

ňujú aj rozličné, nie vždy komplexne posúdené zásahy človeka do jeho zložiek, ako sú napr. niektoré stavebno-technické zásahy, vodohospodárska úprava povrchových tokov (smerové vyrovnávanie a prehĺbovanie korýt, likvidácia slepých ramien ap.), meliorácia, zavlažovacie a odvodňovacie systémy, vodné diela, nevhodne založené skládky surovín, resp. pevných i kvapalných odpadov, povrchová a podzemná ťažba nerastných surovín, nevhodná exploatacia podzemnej vody, odlesňovanie a iné zásahy do vegetačného krytu atď. Bolo by možno uviesť celý rad príkladov negatívnych prejavov týchto zásahov v hydrologických pomeroch povodí, v kvalite a produktivite pôdy, v režime a kvalite podzemnej vody, v stabilite pôdy, v režime a kvalite podzemnej vody, v stabilite svahov, resp. v aktivizácii fosílnych zosuvov, v intenzifikácii eolických procesov, výmoľovej erózie atď., ako aj v jednotlivých ekosystémoch území ovplyvnených týmito zásahmi. Uvedieme iba jeden príklad — Záhorský nížinu, najmä jej časť priliehajúcu k Malým Karpatom, kde komplexne neuvážený melioračný zásah nepriaznivo ovplyvnil režim podzemnej vody, a tým aj narušil celkové prírodné pomery (E. KRIPPEL — E. KULLMAN — A. SABOL 1967). Cieľavedomé riešenie týchto problémov, ktoré sú zatiaľ na okraji záujmu hydrogeológie, by malo závažný národohospodársky prínos.

Hydrogeologické mapy by mali znázorňovať nielen vlastnosti zvodnených vrstiev z hľadiska ich využívania, ale aj z hľadiska ich možného znečistenia a samočistiacej schopnosti. To sa týka zvodnených vrstiev dotovaných infiltráciou zo zrážok i brehovou infiltráciou. Z hľadiska využívania zvodnených vrstiev na zásobovanie treba vyčleniť geologické štruktúry vhodné na umelú infiltráciu a stanoviť podmienky ich ochrany. Podmienky ochrany a priamo ochranné pásma treba určiť nielen pri využívaných, ale i pri perspektívnych vodných zdrojoch a celých hydrogeologických štruktúrach.

Z hľadiska perspektív plánovania vodných zdrojov, rekreačných území, plánovania sídlisk a priemyslu treba plošne vyznačiť územia s prirodzene a umelo znečistenou podzemnou vodou, územia, kde sa pri brehovej infiltrácii môže zhoršiť kvalita podzemnej vody, a územia s trvalým, resp. občasným vplyvom zdrojov sekundárneho znečistenia.

Záverom možno konštatovať, že doterajšia hydrogeologická a vodohospodárska prax v ochrane podzemnej vody už nezodpovedá súčasným požiadavkám. Pri stanovení ochranných pásiem sa spravidla neberú do úvahy regionálne zákonitosti formovania podzemnej vody a nedostatočne sa zohľadňuje interakcie človek—príroda, ako aj okruh problémov patriacich do sféry tzv. užšej ochrany (stanovenie optimálneho odberového množstva, starnutie exploatačných studní, zmeny zloženia podzemnej vody v dôsledku nevhodnej exploatacie, resp. v dôsledku interakcie s materiálom záchytných objektov a transportných potrubí a s tým súvisiace problémy korózie, inkrustácie ap.).

Ak chceme objektívne a komplexne riešiť ochranu podzemnej vody pred znečistením a zabezpečiť jej racionálne využívanie, musíme poznať

a) základné hydrogeologické a hydrogeochemické zákonitosti ich formovania v rozličných typoch prírodného geologického prostredia,

b) kvantitatívne a kvalitatívne parametre pôsobiacich zdrojov sekundárneho znečistenia a mechanizmus interakcie a produktov s horninovým prostredím,

c) optimálny spôsob ich zachytenia, exploatacie a distribúcie.

Hydrogeológia ako vedná disciplína, ktorá komplexne študuje jednu z najdôležitejších zložiek biosféry — vodu, sa musí viac ako doteraz zapojiť do interdisciplinárneho výskumu životného prostredia. Cesta k tomu vedie cez podstatné rozšírenie kontaktov a úzkych kooperačných vzťahov so všetkými zainteresovanými vednými disciplínami, resp. odborními ľudskej činnosti, ktoré na výsledky hydrogeológie nadväzujú (vodné hospodárstvo, územné plánovanie, inžinierske staveiteľstvo, geohygiena, biológia krajiny, poľnohospodárstvo atď.),

resp. ktorých výsledky hydrogeológia využíva (meteorológia, klimatológia, hydroológia, hydraulika, mikrobiológia, chémia atď.).

Doručené 20. 3. 1974
Odporučil V. Böhm

Literatúra

- ANTONIČ, M. — ROTSCHEIN, J. 1966: Prognóza zmien vody Dunaja vplyvom výstavby sústavy vodných diel. Manuskript — archív VÚVH, Bratislava, 196 s.
- BÖHM, V. — HYANKOVÁ, K. — MATULA, M. — MELIORIS, L. 1972: Agresívne vlastnosti podzemných vôd na Slovensku. In: Zakladanie pod hladinou podzemnej vody so zvláštnym zreteľom na agresivitu prostredia. Bratislava, Dom techniky SVTS, s. 53—62.
- BÖHM, V. — MELIORIS, L. — MUCHA, I. 1973: Trebovanija k gidrogeologičeskim kartam s točki zrenija ochrany žiznennoj sredy. In: Zborník X. kongresu KBGA, sekcia 5. Bratislava, s. 6.
- BULIČEK, J. 1968: Chemické znečistení našich povrchových toků. Životné prostredie (Bratislava), 5, s. 239—243.
- DUB, O. 1968: Voda ako krajinný prvok. Životné prostredie (Bratislava), 5, s. 229—232.
- GAZDA, S. 1969: Hydrogeochémia Juhoslovenskej uhoľnej panvy. Manuskript — archív GÚDŠ, Bratislava, 521 s.
- GAZDA, S. 1973: Ideový návrh komplexného geochemického výskumu podzemných vôd Žitného ostrova a problematiky ich ochrany. Manuskript — archív IGHP, Bratislava, 22 s.
- GAZDA, S. et al. 1972: Geológia životného prostredia. Manuskript — archív GÚDŠ, Bratislava, 63 s.
- GAZDA, S. — MELIORIS, L. — PORUBSKÝ, A. — REBRO, A. 1971: Ochrana podzemných vôd v životnom prostredí. Ref. na II. slov. geol. konf. Bratislava, 16 s.
- ILAVSKÝ, M. — ŠRAMKA, J. 1973: Správa o stave a zabezpečení koordinácie výskumu ochrany životného prostredia. Manuskript — archív MVT SSR, Bratislava, 12 s.
- JACKO, R. 1968: Výskum znečistenia a podkladov pre ochranné opatrenia II. vodného zdroja v Bratislave. Manuskript — archív VÚVH, Bratislava, 126 s.
- JACKO, R. 1970: Aplikácia výsledkov výskumu na lokality s preskúmanými hydrogeologickými podmienkami z hľadiska ochrany podzemných vôd voči rope a ropným produktom. Manuskript — archív VÚVH, Bratislava, 69 s.
- JACKO, R. 1972: Vplyv minerálnych hnojív na zmenu kvality podzemných vôd. Manuskript — archív VÚVH, Bratislava, 56 s.
- JIŘELE, V. 1972: Vliv kontaminovaných srážkových vod na kvalitu podzemní vody. Manuskript — archív SG, Praha, 68 s.
- KRIPPPEL, E. — KULIMAN, E. — SABOL, A. 1967: Príspevok ku komplexnému výskumu prírodných pomerov na príklade územia listu Plavecký Mikuláš. Čs. ochrana prírody (Bratislava), Sborník 3, s. 5—37.
- LOZANSKIJ, V. R. 1972: Problémy ochrany vôd. Charkov, VNIIVO.
- MELIORIS, L. 1973: Niekoľko poznámok k problému znečistenia podzemných vôd a k prirodzenému čistiacemu pôsobeniu horninového prostredia. Manuskript — archív PF UK, Bratislava, 12 s.
- MILDE, G. — MOLLWEIDE, H. V. 1970: Hydrogeologische Faktoren bei der Grundwasser Unreinigung. Wasserwirtschaft — Wassertechnik, 7, s. 234—237.
- PELIKÁN, V. 1974: Šíření znečistění ropnými produkty v horninovém prostředí a v podzemní vodě. Geol. práce, Správy 62 (Bratislava), v tlačí.
- ŠTEIN, F. 1973: Výskum technických parametrov vodárenského využívania krasových vôd. Manuskript — archív VÚVH, Bratislava, 132 s.
- ŠTEIN, F. — JACKO, R. — ROTSCHEIN, J. 1970: Voda a rozvoj životného prostredia. Životné prostredie (Bratislava), 5, s. 248—254.

Relation of hydrogeology to the problems of environment formation and protection

STANISLAV GAZDA — LADISLAV MELIORIS — ANTON PORUBSKÝ

Vast amounts of solid, liquid and gassy waste and harmful substances, produced by present — day exploitation of mineral raw materials and their industrial and/or energetic processing, by the extensive chemization of industrial and agricultural production and by the tertiary sphere as well as by the unceasingly growing settlement agglomerations, intensely contaminate all the three funda-

mental components of the living environment of man, i. e. of the upper part of the lithosphere and of the hydrosphere and atmosphere. The corresponding changes of physico — chemical properties of these geospheres influence by feedback and effects unfavourably all natural ecosystems and thus also man who is their unseparable part.

Especially intensely are the negative consequences on human life activity as shown in the individual components of the hydrosphere, among them also in groundwaters, total contamination of which systematically increases. It is evidenced by a whole series of concrete hydrochemical data given by us and others. Especially critical is the situation in the groundwaters of fluvial sediments (they are together with groundwaters of Mesozoic carbonate complexes, Cretaceous sediments of the Czech basin and some Tertiary sandy reservoir rocks — the main sources of our potable waters), which beside being commonly influenced by contamination transported by superficial streams, are in many cases distinctly contaminated also by the escape of liquid raw materials, products and wastes from the areas of industrial plants and recently more and more intensely — also regionally, — by agricultural production (vegetable as well as animal).

The present state of protection of groundwaters against contamination is not satisfactory. A complex solution for the protection of groundwaters and securing their rational utilization requires to discover the fundamental hydrogeological and hydrogeochemical regularities of their formation in various types of natural geological environment, the knowledge of the quantitative and qualitative parameters of active contamination sources and the mechanism of interactions of their products with the rocks and to determine the optimal way of their interception, exploitation and distribution. More attention must be paid also to the study of hydrogeological consequences of various civil, technical and/or water economic interventions into the natural geological environment, not always considered in a complex way, (regulation of ground streams, melioration, hydroelectric power stations, watering and drainage systems, surface and subsurface exploitation of mineral raw materials etc.) as well as to the study of distribution of selected trace elements in ground waters and to its geohygienic applications.

Hydrogeology, as a scientific discipline which in a complex way deals with one of the most important components of the biosphere — water, must more than till now join interdisciplinary investigation of the environment. A condition for it is the discovery of an optimal concept of the complex hydrogeological investigation of phenomena and processes important from the standpoint of problems of formation and protection of the environment the an essential extension of contacts and the close cooperative relations with all interested scientific disciplines and/or fields of human activity, which take interest in the results of hydrogeology.