

Zásady ochrany hlubších zdrojů podzemních vod

Josef Vojtěch Datel, Anna Hrabánková

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., Podbabská 2682/30, 160 00 Praha 6,
josef.datel@vuv.cz

Abstrakt

Příspěvek se věnuje četným specifickým, kterými se odlišují hlubší zdroje podzemních vod od zdrojů mělkých a povrchových. Dokládá, že řešení ochrany těchto zdrojů vyžaduje jiný okruh znalostí, a pokud má být účinné a efektivní, je odborně velmi náročné. Jsou popsány rozdíly mezi zdroji podzemní vody v pánevních strukturách a v krystaliniku. Diskutován je regionální rozměr řešené úlohy, důležitost matematického modelování proudění hlubší podzemní vody a dopady proudění v napjatém režimu pro zajištění optimální ochrany vodního zdroje. Pro ochranu vodního zdroje je klíčová i správná konstrukce exploatačního vrtu, který by měl být instalován s výrazně nadstandardními a robustními konstrukčními parametry. Výsledkem komplexního posouzení je pak diverzifikovaný návrh ochrany vodního zdroje, vymezující území v různých vzdálenostech a směrech, a s různými ochrannými opatřeními.

Klíčová slova: zdroje podzemní vody, ochrana podzemní vody, ochranná pásma vodních zdrojů, hluboké vrty, hydrogeologie pánevních struktur, hydrogeologie krystalinika, konstrukce jímacího vrtu

1. Úvod

Zdroje podzemní vody pro hromadné zásobování si ve srovnání s individuálními zdroji (domovní studny vrtané, kopané, spouštěné) vyžadují specifické vysoce odborné přístupy, a to nejen po stránce navrhování, umísťování, realizace, technické konstrukce a údržby, ale i z hlediska zajištění jejich potřebné ochrany.

Zvláštní místo zaujímají především hlubší zdroje podzemních vod. Ty můžeme pro účely tohoto příspěvku definovat jako hydrogeologické struktury v hloubkách desítek až stovek metrů, které jsou kryty mělkými přípovrchovými hydrogeologickými kolektory (jedním nebo několika), a které tak nejsou v bezprostředním vztahu s povrchem, povrchovými vodami a srážkami. Neplatí tedy u nich přímá a bezprostřední korelace s hydrologickými poměry na povrchu. To má své výhody, ale i nevýhody.

K výhodám patří především větší odolnost (často by bylo možná přesnější říci větší časové zpoždění těchto vlivů) hlubších struktur k ovlivnění z povrchu, ať už je jakékoliv – vliv bodového či plošného znečištění, vliv sucha a jiných hydrologických extrémů, vliv inženýrských staveb či zemních prací (s výjimkou hlubokých důlních děl) aj. Hlubší zdroje jsou proto ustálenější z hlediska kvality i množství, což je obvykle velmi kvitováno vodárenským operátorem. Vodárenské prameniště s dlouhodobou jistotou odebíraného množství a ustálenou kvalitou surové vody, na kterou se dobře nastaví úprava vody, znamená příznivý a málo rizikový podnikatelský základ ve vodárenství. Ne náhodou jsou jako strategické vodárenské zdroje klasifikovány právě tyto hlubší zdroje podzemních vod, především v prostředí větších pánevních struktur.

Z nevýhod bychom mohli jmenovat vyšší investiční náklady na pořízení těchto zdrojů (které jsou ale často dostatečně ekonomicky kompenzovány jistotou množství i kvality odebírané vody, někdy i vyššími vydatnostmi zdrojů), a pak vyšší nároky na odbornost ve všech etapách přípravy a provozu těchto zdrojů. Zatímco u malých a mělkých zdrojů si lze dobře představit situaci, že se je podaří realizovat a úspěšně provozovat jen s průměrně erudovanými odborníky (hydrogeology a vodárenskými specialisty), u hlubokých zdrojů hraje odborná erudice přírodních odborníků (v oborech geologie, hydrogeologie, geofyzika, geochemie aj.) a technických specialistů (na vrtání a

konstrukci vrtů, na čerpací zařízení, na úpravárenství atd.) naprosto klíčovou roli. Stejně tak i provoz a údržba těchto zařízení vyžaduje provozní pracovníky (včetně provozních hydrogeologů) podrobně obeznámené se specifiky hlubokých vrtů, s jejich konstrukcí a s procesy v nich probíhajícími (změny tlakového pole, geochemické procesy, změny geomechanických vlastností okolních hornin, kolmatační změny v plášti vrtů atd.).

Stejně tak se ukazují podobné rozdíly i v zajištění ochrany mělkých a hlubších vodních zdrojů. Ochrana hlubších vodních zdrojů si vyžaduje mnohem sofistikovanější a vysoce odborný a individuální přístup, aby ochrana byla účinná a současně i efektivní

2. Hlavní rozdíly v zásadách ochrany mělkých a hlubších vodních zdrojů

Pro řešení ochrany vodních zdrojů je určující zákon o vodách č. 254/2001 Sb. v platném znění a prováděcí vyhláška MŽP č. 137/1999 Sb., kterou se stanoví seznam vodárenských nádrží a zásady pro stanovení a změny ochranných pásem vodních zdrojů. Je zřejmé, že tato letitá a stále platná vyhláška vychází z praxe povrchových vodárenských zdrojů, a zdroje podzemních vod jsou k nim jakoby „připojeny“. Je přitom nesporné, že zajištění ochrany zdrojů podzemních vod je předmětem úplně jiných znalostí, jiných oborů a specializací, a lze uzavřít, že i jiné (vyšší) úrovně odborné náročnosti.

V případě mělkých zdrojů podzemních vod (především vody v údolních nivách toků a další vody z fluvialních terasových sedimentů, částečně i vody z jiných prostředí – deluviofluvialních a glaci-fluvialních sedimentů, deluvií, proluví, případně eluvií v krystaliniku) se tento nedostatek vyhlášky neprojevuje příliš rušivě, protože prosazované zásady ochrany vodního zdroje (primárně určené povrchovému zdroji) se zde celkem úspěšně dají aplikovat. Tyto mělké vody jsou v úzké vazbě na blízký povrchový tok, anebo na aktuální srážkovou situaci, směry proudění jsou většinou konformní se sklonem terénu, a tedy lze celkem dobře aplikovat hranice hydrologických povodí, podobně jako u povrchových toků. S dobou zdržení a zpoždění reakcí mělké podzemní vody oproti srážkám a stavu povrchových vod se většinou návrhy příliš nezabývají, maximálně tuto skutečnost v obecné rovině konstatují a v nejlepších návrzích ochrany (většinou, když je k návrhu ochrany přizván hydrogeolog – ale není to nezbytná okolnost), ji dokonce kvantitativně (nebo většinou semikvantitativně) specifikují. A protože doba zdržení nebývá příliš velká, ani při jejím zanedbání nedojde k velkým chybám v návrhu ochrany, která i tak pak může dobře fungovat.

V případě hlubších vodních zdrojů, tedy zdrojů, které jsou až pod mělkými přípovrchovými kolektory (jedním nebo více) a vrstvami izolátorských hornin (jednou nebo více), je však situace diametrálně odlišná, a zde nám Vyhláška 137/1999 Sb. poskytuje jen minimum vodítek pro správné řešení ochrany těchto vodních zdrojů. Odborná úroveň a odborná správnost návrhu řešení ochrany tak plně spočívá na zpracovateli, jeho znalostech a zkušenostech. Pro správné nastavení režimu ochrany vodního zdroje je zásadních několik okruhů potřebných znalostí, které nejsou běžně k dispozici (z toho vyplývá, že návrh ochrany hlubšího vodního zdroje nemůže připravit zpracovatel bez těchto speciálních znalostí).

3. Význam podrobné znalosti geologického prostředí

Znalost geologické stavby (tzn. geometrie a vnitřní anatomie hydrogeologické struktury) území je zásadní pro řešení ochrany hlubšího vodního zdroje. Definování geologických jednotek a vyskytujících se litologických typů hornin je základem pro hydrogeologické hodnocení geologického prostředí, jehož výsledkem je vymezení hydrogeologických kolektorů a izolátor, jejich plošného geometrického ohraničení a stanovení hloubkového omezení (vertikálních litologicky definovaných hranic). Vnitřní anatomie znamená definování heterogenit uvnitř takto vymezených těles (změny litologického nebo zrnitostního charakteru hornin). V prostředí krystalinických hornin hraje podstatnou roli jejich rozpukání a tektonické postižení, které vytváří preferenční cesty proudění podzemní vody v těchto

kompaktních horninách. Výsledkem této konceptuální představy je rozdělení geologického prostředí na hydrogeologické kolektory a izolátory, a stanovení hydraulických odporových a kapacitních charakteristik jednotlivých horninových vrstev včetně jejich plošného rozdělení (hydraulická vodivost, transmisivita, storativita, hydraulický gradient, piezometrické výšky, směry proudění).

4. Regionální rozměr hlubšího proudění podzemní vody

Hlubší zdroje podzemní vody mají ve většině případů regionální (tzn. plošně rozsáhlý) systém proudění. Není možné se tedy zabývat jen geologickou stavbou území v místě odběru, ale komplexně podchytit celou dotčenou hydrogeologickou strukturu, která má tři základní části:

- území infiltrace
- území proudění (transportu)
- území odvodnění (drenáže).

Není výjimkou, že takto definovaný zvodněný systém má rozlohu i několik desítek km². A v této ploše je pak třeba systémově řešit ochranu místa odběru. Je možné konstatovat, že toto regionální chápání využívaného vodního zdroje má velmi blízko přístupu k ochraně přírodních léčivých zdrojů, zvláště zdrojů přírodních léčivých a minerálních vod podle lázeňského zákona (164/2001 Sb.), který – na rozdíl od vodního zákona – striktně požaduje pečlivou identifikaci celé hydrogeologické struktury, která je předmětem zájmu. Ochrana území infiltrace, kde se vlastní podzemní voda tvoří, tak může být i velmi vzdáleno od místa odběru (jednotky i desítky kilometrů). V tomto smyslu lze situaci rozdělit do dvou základních skupin geologických prostředí: sedimentárních pánví a prostředí krystalinika.

V takto obecném popisu problému je to snad bod celkem dobře pochopitelný, z hlediska odborného uchopení však neobyčejně záladný. Schopnost koncepčního a syntetického uvažování v rozsahu velkých regionálních jednotek a vzdáleností rozhodně není běžná u technicky vzdělaných odborníků, a ani u všech expertů s přírodovědným základem. Jedná se opravdu o specifické vlastnosti a dovednosti, které pak rozhodují o odborné erudici a kompetentnosti příslušného odborníka řešit tyto problémy. Ve většině případů se jeví jako naprosto nezbytné, využít metod matematického modelování proudění podzemní vody a modelování hydrologické bilance.

5. Odlišné charakteristiky hlubších zdrojů v puklinově propustném prostředí (zvláště v krystaliniku) a v pánevních strukturách

Typické hlubší zdroje podzemních vod jsou využívány v prostředí sedimentárních pánví (česká křídová pánev, polická pánev, jihočeské pánve, permokarbonské pánve aj.). Pánevní prostředí hlubších hydrogeologických kolektorů se vyznačuje výrazným oddělením místa infiltrace a místa drenáže, které může být opravdu velmi vzdálené. Důsledkem této situace bývá i velmi značné časové zdržení podzemních vod (jednotky až desítky let), což má zásadní dopad na řešení ochrany vodního zdroje. Další typickou charakteristikou hlubších pánevních kolektorů je výrazná tlaková napjatost zvodně, která se místy projevuje až artéským způsobem, tzn. pozitivní výtlačnou výškou (vrty s přelivem nad terén).

Zásady ochrany hlubších zdrojů v sedimentárních pánvích:

- vymezení území tvorby podzemní vody (území infiltrace)
- stanovení území drenáže, směřů a rychlostí proudění v zájmovém kolektoru
- stanovení doby zdržení podzemní vody (např. pomocí radioizotopových analýz, stopovacích zkoušek, matematického modelu proudění apod.)

- definování režimu proudění podzemní vody v sousedních hydrogeologických kolektorech (nadložním, podložním), a možné mezikolektorové komunikaci (přes tektoniku, poloizolátory apod.)
- znalost kvality ochranné krycí vrstvy izolátorských hornin v místě odběru podzemní vody
- identifikace dílčích míst, kde hydrogeologický kolektor může komunikovat s nadložními kolektory nebo povrchem např. skrze tektoniku, hluboká údolí nebo díla antropogenního charakteru (vrtná, inženýrská, důlní) apod.

Občas se setkáme i s hlubšími zdroji podzemní vody v puklinově propustných horninách, zvláště v krystalinických oblastech. Je třeba zdůraznit, že i v krystaliniku je prostředí, ve kterém se vytváří vertikální hydrogeologická stratifikace. Neplatí tedy doposud občas v praxi přežívající názor, že v krystaliniku existuje jedna zvodeň puklinového charakteru, která je úzce propojena i s mělkou podzemní vodou v kvartérním pokryvu. Dnes víme, že se v krystaliniku vytváří relativně samostatná mělká zvodeň v prostředí kvartérního pokryvu, zvětralinového pláště a přípovrchového rozpukání hornin. Její hloubka sahá podle morfologie terénu průměrně do 10-30 m, a je oddělena od hlubší puklinové (často tlakově napjaté) zvodně zónou snížené propustnosti horninového prostředí, kdy jsou pukliny zatěsněny jílovitými produkty zvětrávání krystalinických hornin (vyvřelých i metamorfovaných). Je třeba uvést, že to platí i pro další puklinově propustná prostředí, např. proterozoické horniny bohemika.

Z mnoha hlubších průzkumných vrtů v krystaliniku zároveň vyplývá, že zastižené puklinové systémy nemusí být vzájemně všechny propojeny, ale mohou tvořit v 3D pohledu i několik odlišných vzájemně nepropojených (nebo jen částečně propojených) zvodněných systémů puklinového charakteru. Šance na zachycení těchto odlišných systémů jedním vrtem roste s hloubkou vrtu, tzn. že je větší pravděpodobnost, že pukliny blíže povrchu terénu jsou nejen četnější, ale i propojenější. V tektonicky postižených územích (zlomové systémy krystalinických hornin, kerně rozlámané a vertikálně posunuté výplně sedimentárních pánví apod.) je pak situace ještě komplikovanější o nehomogenity tektonického původu. Detailní analýzu vertikálních změn tlakového pole je schopné poskytnout karotážní měření ve vrtech, identifikující vertikální dynamiku proudění podzemní vody ve vrtu, případně podrobné zonální vzorkování podzemní vody, pokud se jednotlivé zvodnělé systémy liší i po stránce chemického složení podzemní vody.

V puklinově propustném prostředí sice můžeme také vymezit relativně vzdálená území infiltrace od místa odběrů, toto rozdělení však nebývá striktní; jednotlivé puklinové systémy spolu mohou částečně a lokálně komunikovat, a identifikovat jejich konkrétní propojení bývá velmi komplikované, ne-li nemožné. Vyžadovalo by si to extrémní prozkoumanost území, která většinou není dostupná (místa propojení a jejich velikost, charakter propojení, hydraulická vodivost a průtočnost propojení apod.). Z těchto odlišných aspektů vyplývají i částečně odlišné požadavky na znalosti potřebné pro ochranu vodních zdrojů v puklinově propustném prostředí:

- vymezení území tvorby podzemní vody (území infiltrace) – často to bývá celá plocha řešené hydrogeologické struktury
- stanovení území drenáže, směrů a rychlostí proudění v zájmovém kolektoru – v prostředí krystalinika je nutné rozlišovat místní mělké puklinové proudění řízené drenážními bázemi místních toků, a regionální hluboké proudění, směřující k regionálním drenážním bázím velkých toků. Lokálně se směry těchto proudění mohou výrazně lišit, stejně jako jejich rychlosti – jistě platí obecná představa o menším a pomalejším proudění směrem do hloubky, lokálně však tato zásada

může být narušována existencí propustných puklin či tektonických linií. Je zde tedy zásadní role geofyzikálního a karotážního průzkumu zaměřeného na identifikaci těchto preferenčních cest.

- stanovení doby zdržení podzemní vody, např. pomocí izotopových analýz (s využitím radioaktivních a/nebo stabilních izotopů), stopovacích zkoušek, matematického modelu proudění apod. V prostředí krystalinika mohou izotopové metody poskytovat častěji zkreslené výsledky, a to vlivem přírodních poměrů, v jejichž důsledku se ve zvodnělém systému mohou míchat vody různého stáří. K tomu může v pánevním prostředí docházet také, např. přetékáním mezi kolektory, ale je to jednak méně časté, a jednak snadněji identifikovatelné.
- definování režimu proudění podzemní vody v sousedních hydrogeologických kolektorech (nadložním, podložním), a možné mezikolektorové komunikace (přes tektoniku, poloizolátory apod.). Tento bod je v prostředí puklinového proudění prakticky neřešitelný, nikde není takový stupeň prozkoumanosti, aby bylo možné jednoznačně geometricky definovat jednotlivé sousedící zvodnělé puklinové systémy.
- znalost kvality ochranné krycí vrstvy izolátorských hornin v místě odběru podzemní vody. Tomuto bodu se v prostředí krystalinika obvykle nevěnuje velká pozornost. Identifikace přípovrchového zvodnění a charakteru jeho oddělení od hlubších puklinových systémů je však naprosto zásadní pro správné a efektivní nastavení ochranných opatření.
- identifikace dílčích míst, kde hydrogeologický kolektor může komunikovat s nadložními kolektory nebo povrchem např. skrze tektoniku, hluboká údolí nebo díla antropogenního charakteru (vrtná, inženýrská, důlní) apod. I tento bod je velmi důležitý, protože může poukázat na místa a lokality, kde je vyšší pravděpodobnost propojení jednotlivých zvodnělých systémů, propojení hlubších puklinových podzemních vod s povrchem apod.

6. Specifikum proudění podzemní vody v napjatém režimu

Při řešení ochrany hlubších zdrojů se v naprosté většině případů zabýváme odběry z tlakově napjatých zvodní. Šíření tlakových změn vlivem odběrů má mnohem větší dynamiku než změny u zvodní s volnou hladinou. Změny jsou rychlé, sahají do velkých vzdáleností a dopady na piezometrickou výšku bývají větší než u volné hladiny. S ohledem na tyto známé fyzikální principy je proto nutné území možného ovlivnění odběrem posuzovat do potřebných vzdáleností (větších než u mělkých zdrojů s volnou hladinou), včetně zahrnutí vlivů heterogenit. Situaci je nezbytné posuzovat v 3D pohledu, protože v některých případech i malý pokles tlaku ve zvodni vlivem odběru může obrátit vertikální směr proudění (přetékání) mezi kolektory s vážnými dopady na využívané zdroje v sousedním nadložním (podložním) kolektoru, případně na změny složení vod (v důsledku změn v míchání a ředění vod oproti původnímu stavu).

Tyto dopady ale platí i obráceně, tzn., že různé zásahy i v poměrně velkých vzdálenostech (zvláště pokud se náhodou ocitnou na preferenční linii propojující obě místa) mohou mít negativní dopad na piezometrické úrovně a s tím spojené změny vydatnosti exploatačních vrtů, případně i složení vod. Je proto potřebné důkladně zvažovat vzdálenosti sousedních vodárenských odběrů ze stejné napjaté struktury, porovnávat je s bilancí přírodních zdrojů příslušné části hydrogeologické struktury, správně kvantifikovat očekávané dopady a možnosti jejich eliminace.

Rizikovými aktivitami jsou ale i nevhodné konstrukce vrtů porušujících hydrogeologickou stratifikaci území. Zde je třeba upozornit na vrty pro tepelná čerpadla, které jsou nezřídka hlubší než 100 m, a které často vykazují vážné nedostatky cementace vrtného stvolu. Bohužel s ohledem na legislativní nastavení je často složité i zjistit prostý fakt, zda takové vrty v území vůbec existují, o jejich konstrukci

a její kontrole nemluvě. Rizikové však mohou být i hluboké vrty pro individuální odběr podzemní vody, pokud svou nevhodnou konstrukcí také poruší přirozenou hydrogeologickou stratifikaci. Důsledky porušené hydrogeologické stratifikace mohou být velmi vážné a různé: ztráta tlaku v exploatovaném kolektoru vlivem odtoku vody do nadloží nebo na povrch přes antropogenně vzniklé netěsnosti, vyvolané přetékání z jiného kolektoru s dopady na změnu chemického složení, transport kontaminace, zrychlení proudu podzemní vody od místa infiltrace, vyšší riziko uplatnění kolmatačních procesů aj.

7. Klíčová ochranná funkce konstrukce a technického stavu jímacího vrtu

Požadavek, aby konstrukce hlubokých vrtů nenarušovala přirozenou hydrogeologickou stratifikaci, není tedy jen obecnou akademickou floskulí, ale má bezprostřední a zásadní význam pro řešení ochrany vodního zdroje. Lze konstatovat, že správná konstrukce jímacího vrtu (potažmo jakéhokoliv vrtu v jeho okolí) je klíčová z hlediska ochrany konkrétního odběru.

Pokud je v místě odběru dostatečně mocná a účinná krycí málo propustná horninová vrstva, prakticky není třeba řešit rizika ze znečištění na povrchu v blízkosti jímacího objektu. Pokud je však jeho konstrukce odborně chybná, vrt propojuje exploatovanou zvedeň s mělkou podzemní vodou nebo dokonce s povrchem, je třeba ochranu objektu řešit, jako by tam žádná přirozená ochranná bariéra nebyla. Především ale takový jímací vrt s chybnou konstrukcí nemůže dlouhodobě existovat, musí se zajistit buď jeho technická úprava, nebo – pokud to není možné – jeho odborná likvidace, formou tlakové cementace vrtného stvolu.

Jímací vrt pro vodárenské zásobování by ale spíše měl splňovat vysoce nadstandardní kritéria technické konstrukce, než vykazovat zásadní nedostatky. Sofistikovaná opatření lze dnes realizovat i přímo v rámci konstrukce nového jímacího objektu – např. robustní těsnění kvalitními materiály (s dostatečnou hloubkou a tloušťkou) prakticky vylučující možnost kontaktu využívaného kolektoru s povrchem. Při oddělování vertikálně odlišných kolektorů je třeba bezpodmínečně dodržovat správný vrtný postup, a oddělení vrtného stvolu od nadložního kolektoru zajistit důkladnou a intenzivní tlakovou cementací ve správně zvolené hloubce, a s důkladným navázáním na okolní horninové prostředí. Objednatel ze strany vodárenské společnosti by se v žádném případě neměl spokojit jen s minimálními požadavky na konstrukci vrtů určených pro malé individuální zdroje.

8. Požadavek důsledné diverzifikace návrhu ochrany hlubokých vodních zdrojů

Z výše uvedeného textu vyplývá, že účinnou a efektivní ochranu hlubšího vodního zdroje nelze většinou zajistit jedním ochranným územím a jednotnými opatřeními platnými v jeho hranicích. Podle vyhlášky 137/1999 Sb. by ochrana měla zajistit vydatnost, kvalitu a zdravotní nezávadnost. U hlubokých vodních zdrojů je otázka zdravotní nezávadnosti (pokud ji budeme chápat ve smyslu biologické kvality) málo významná – dlouhá doba zdržení vody v hlubokých horninových strukturách spolehlivě vyloučí přítomnost různých mikroorganismů (pokud nedojde k sekundární kontaminaci přímo jímacího objektu). Zbývá tedy ochrana vydatnosti a kvality.

Ochrana vydatnosti hlubšího vodního zdroje:

- vymezení hlavního území infiltrace, a v něm zajistit ochranu procesu vsaku co nejvíce srážkových vod do horninového prostředí, včetně aktivních opatření na zadržení vody v krajině
- na základě znalosti geometrie horninového prostředí a tlakového pole stanovit vzdálenost omezení instalace jiných odběrných objektů od chráněného odběru, a jejich realizaci vázat na odborné posouzení jejich akceptovatelných parametrů

- na základě znalosti vzájemné komunikace s nadložními (podložními) hydrogeologickými kolektory upozornit na možná rizika v souvislosti s posuzovaným odběrem a stanovit území potenciálního omezení odběrů a jiných prací v těchto sousedících vodních útvech
- podle vertikální hydrogeologické stratifikace stanovit území s omezením pro výstavbu hlubokých vrtů

Ochrana kvality hlubšího vodního zdroje:

- vyloučit kontaminaci vsakované srážkové vody v území infiltrace. Tento úkol je třeba řešit s ohledem na dlouhou dobu zdržení podzemní vody v horninovém prostředí. Případná kontaminace podléhá různým geochemickým procesům, jejichž intenzita a kinetika souvisí s fyzikálně-chemickými parametry prostředí (především pH, Eh aj.). Různé kontaminující látky mají různou stabilitu v přírodním prostředí, různou sorpci na pevnou matici, různou odolnost vůči rozpadu.
- Posoudit rizika možných změn vertikálního přetékání mezi kolektory a s tím související rizika změn kvality jímané vody. V případě, že tato rizika budou definována, stanoví se území, kde se omezí aktivity, které by mohly tyto procesy vyvolat (změny tlakových poměrů v sousedících kolektorech, riziko porušení izolátorských vrstev hornin vrtnými pracemi apod.), případně se jejich realizace bude vázat na potřebné hydrogeologické posouzení, přijetí technických opatření apod.
- Posoudit rizika zhoršení kvality vody v těsné blízkosti jímacího objektu. Pokud má objekt dobrou a odolnou konstrukci, a v území je dostatečná mocnost málo propustných izolátorských hornin, není třeba kvalitativní ochranu v okolí jímacího území vůbec řešit, a omezit ji jen na technickou ochranu vlastních jímacích objektů (ve formě oplocení, uzamčení apod.).
- Pokud vrt svou chybnou konstrukcí umožňuje komunikaci se sousedními zvodněmi nebo dokonce s povrchem, je třeba realizovat potřebné technické úpravy vrtu, a pokud to není možné, vrt odborně zlikvidovat tlakovou cementací.

Výsledkem takto komplexně pojaté ochrany exploatovaného vodního zdroje jsou různé plochy vymezené v různých vzdálenostech a směrech od jímacího objektu, z nichž každá má individuálně stanovená ochranná, omezující a aktivní opatření zaměřená na konkrétní rizika identifikovaná v konkrétním území.

9. Závěr

V textu tohoto příspěvku je doloženo, že návrh ochrany vodárensky využívaných hlubších vodních zdrojů, pokud má být funkční a současně efektivní, je vysoce odborná záležitost. Zásady ochrany hlubších vodních zdrojů se významně liší od ochrany mělkých a povrchových zdrojů, především odbornou náročností a potřebou jiných odborných znalostí, což platná legislativa příliš nezohledňuje. Text upozorňuje i na specifika hodnocení vodních zdrojů pánevních struktur a puklinově propustných prostředí, zvláště v krystaliniku. Nedílnou součástí informací o chráněném vodním zdroji je i regionální rozměr hydrogeologické struktury a režimu proudění, a důležitým podkladem je komplexní matematický model proudění a bilance podzemní vody. Výsledkem diverzifikovaného přístupu k zajištění ochrany hlubších vodních zdrojů tak mohou být vymezená území v různých vzdálenostech a směrech, a s různými ochrannými opatřeními. Nedílnou součástí ochrany hlubších vodních zdrojů je robustní konstrukce jímacích vrtů, které by měly splňovat výrazně nadstandardní technická kritéria ve srovnání s vrty pro individuální zásobování nebo jiné malé odběry.

Konferenční prezentace bude zaměřena na praktické příklady dokumentující text tohoto příspěvku.