H – HYDROGEOLOGIE

Hydrogeologické práce České geologické služby v Nikaragui a Kostarice v roce 2008

The hydrogeolocical research realized by the Czech Geological Survey in Nicaragua and Costarica in 2008

PETR HRAZDÍRA [1] – PETR HRADECKÝ [1] – PETR KYCL [1] – VLADIMÍR ŽÁČEK [1] – PETR MIXA [1] – JOSEF ŠEVČÍK [2]

[1] *Česká geologická služba, Klárov 3, 118 21 Praha 1; jmeno.prijmeni@geology.cz*
[2] *GEKON s.r.o., Na Jarově 2, 130 00 Praha 3*

Key words: hydrogeological research, underground and surface water, hydrochemical analyses, water contamination

Abstract: This contribution refers to results of hydrogeological reserch carried out by specialists of the Czech Geological Survey in Nicaragua and Costarica in 2008. Research was focused on hydrochemical evaluation of water quality in areas effected by mining activity (Costarica) and of local water sources within the mapped area (Nicaragua). While samples taken in the mining district in Costarica show suitable composition several water sources in Nicaragua were qualified as unsuitable due to a high As content.

Hydrogeologické práce uskutečněné Českou geologickou službou v rámci úkolu 6815 Regionální geologický výzkum pro definici a predikci přírodních nebezpečí v centrální části Střední Ameriky (2007–2009) zahrnovaly jednak terénní hydrogeologický výzkum mapovaného území v Nikaragui a Kostarice realizovaný v měsících dubnu a květnu 2008 a následně kamerální práce spojené převážně s vyhodnocením hydrochemických analýz dovezených vzorků vod.

Mapovaná oblast v Nikaragui se nachází v okolí měst Boaco, Camoapa a San Lorenzo, v Kostarice se pak jednalo o území v širším okolí města Miramar.

V rámci terénního hydrogeologického mapování v rozsahu čtyř, resp. osmi mapových listů měřítka 1 : 25 000 byly vyhledávány a popisovány hydrogeologické objekty včetně pořízení fotodokumentace lokality a zjištění lokalizace (GPS), popř. byly odebrány vzorky vod na hydrochemickou analýzu. Součástí hydrogeologických prací bylo měření fyzikálních veličin povrchových a podzemních vod (tzn. konduktivita čili měrná elektrická vodivost, pH a teplota).

Na obou mapovaných územích v Nikaragui i v Kostarice je možno vyčlenit **dva hydrogeologicky samostatné celky,** tvořené vulkanickými horninami a kvartérními sedimenty. Oba celky se vyznačují diametrálně rozdílnými hydrogeologickými vlastnostmi, tzn. především typem propustnosti (puklinovou a průlinovou), hydrogeologickým režimem, filtračními parametry, závislostí na klimatických podmínkách i hydrochemicky odlišnými typy podzemních vod. Podrobné charakteristiky jednotlivých celků jsou popsány ve zprávě Hradeckého et al. (2008).

V mapovaných oblastech nebyl zjištěn žádný konkrétní údaj o hydraulických vlastnostech vyčleněných hydrogeologických jednotek. Téměř všechny popsané údaje jsou výsledkem terénních prací uskutečněných pracovníky ČGS a též rešerší archivních materiálů. Část údajů použitých autorem hydrogeologických kapitol ve zprávě Hradeckého et al. (2008) má srovnávací charakter, a to z důvodu omezené hydrogeologické prozkoumanosti popisovaného území. Hydrogeologickým jednotkám byly zpravidla analogicky přiřazeny hydrogeologické vlastnosti či údaje z podobného, podrobněji prozkoumaného středoamerického území či České republiky.

Pro posouzení hydrochemické problematiky podzemních a povrchových vod a především na žádost spolupracujících organizací (Alcaldía Municipal de Boaco, Nicaragua, resp. Dirección de Geología y Minas, Costarica) byly na mapovaných územích odebrány vzorky vod z vytipovaných rizikových lokalit v počtu 20 kusů do speciálních lahví a transportovány do Prahy na hydrochemický rozbor. V akreditované laboratoři ČGS byly provedeny kompletní hydrochemické anorganické analýzy vzorků, zahrnující stanovení obsahů základních prvků, resp. sloučenin (tzv. základní rozbor vody ZAV 321) a vybraných stopových prvků (ZAV 325). Lokalizace odběrných míst a výsledky zkoušek jsou uvedeny ve zprávě Hradeckého et al. (2008).

Výzkumy v Nikaragui

V Nikaragui byly všechny vzorky vody (vyjma jediného vzorku) odebrány z jímacích objektů, jež slouží jako zdroje pitné vody (odběrné lokality byly vytipovány s pověřenými pracovníky místní vodohospodářské organizace). ČGS byla požádána vodohospodářskou organizací Alcaldía Municipal de Boaco o dodání výsledků hydrochemických rozborů analyzovaných vod v co nejkratším možném termínu z důvodu potvrzení znečištění zdrojů pitné vody sloužících k zásobování místního obyvatelstva. Analyzovaná voda ze vzorků byla porovnána s přípustnými limity koncentrací jednotlivých složek daných Vyhláškou MZd č. 252/2004 Sb. (kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody), ve znění pozdějších předpisů, jeden vzorek s Nařízením vlády

Obr. 1. Zdroj závadné vody (vzorek NI-1), využívaný obyvateli vesnice La Corona (Nikaragua); hloubka studny 60 m; nadlimitní obsah As; geologie: bazalt. *Foto P. Hrazdíra.*

Obr. 2. Zdroj závadné vody (vzorek NI-2), využívaný obyvateli vesnice La Corona (Nikaragua); pramen; max. přípustný obsah As překročen 32násobně; geologie: bazalt. *Foto P. Hrazdíra.*

č. 61/2003 Sb. (o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových a odpadních vod), ve znění pozdějších předpisů. Mikrobiologické a bakteriologické vlastnosti vod nebyly z technických, finančních i organizačních důvodů hodnoceny.

Analyzovaná voda z objektů sloužících jako zdroje pitné vody pro místní obyvatelstvo z hydrochemického hlediska převážně vyhovuje přípustným limitům koncentrací jednotlivých složek daných citovanou Vyhláškou MZd s výjimkou tří vzorků vod. Citovaná vyhláška je v souladu s právem Evropského společenství (Směrnice Rady 98/83/ES o jakosti vody určené pro lidskou spotřebu) a stanoví hygienické limity ukazatelů jakosti pitné vody.

Podle výsledků hydrochemických rozborů vzorků vod analyzovaných v akreditované laboratoři ČGS jsou v případě tří vzorků analyzovaných vod detekovány obsahy As překračující maximálně přípustné koncentrace udané Vyhláškou MZd (obr. 1, 2 a 3). U vzorku vody NI-2 je **maximální limit obsahu As překročen 32násobně**. Analyzovaný vzorek vody NI-7 překračuje navíc přípustné limity koncentrací u Na, F a Cl. Ostatní sledované obsahy prvků či sloučenin byly u všech odebraných vzorků vod pod přípustnými koncentracemi danými Vyhláškou MZd či pod mezí detekce.

Kompletní výsledky hydrochemických rozborů vody byly ve formě tabulek s vyhodnocením jednotlivých složek a porovnáním s přípustnými limity koncentrací odeslány na místní vodohospodářskou organizaci při Alcaldía Municipal de Boaco, Nicaragua. Součástí odeslané zprávy ČGS bylo i upozornění na analyzované vzorky vod se závadnou vodou ze zdrojů pitné vody pro místní obyvatelstvo, které z hydrochemického hlediska **nevyhovují** přípustným limitům koncentrací některých složek daných Vyhláškou MZd.

Výzkumy v Kostarice

Hydrogeologické práce na kostarickém území byly uskutečněny se zaměřením na průzkum hydrochemického znečištění podzemních a povrchových vod související s exploatací těžených i netěžených zlatonosných ložisek (např. doly Bellavista, La Union, Mina Chassaul) s předpokládaným či ověřeným výskytem primárního zrudnění nebo antropogenním znečištěním povrchových a podzemních vod.

Pro posouzení hydrochemické problematiky a na žádost spolupracující organizace Dirección de Geología y Minas (DGM), Costa Rica, byly odebrány vzorky vod z vytipovaných lokalit v počtu 7 kusů do speciálních lahví a transportovány do Prahy na hydrochemický rozbor v akreditované laboratoři ČGS. Na dalších třech vzorcích vody z okolí dnes již uzavřeného dolu Bellavista byly stanoveny obsahy kyanidu v akreditované laboratoři firmy Aquatest, a.s. Analyzovaná voda ze vzorků vod byla porovnávána s přípustnými limity koncentrací jednotlivých složek danými Vyhláškou MZd č. 252/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů a Nařízením vlády č. 61/2003 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Mikrobiologické a bakteriologické vlastnosti vod nebyly hodnoceny.

Na mapovaném území s puklinovým oběhem podzemních vod jsou hydrogeologicky zajímavé lokality s výskyty síranových vod. Během hydrogeologického mapování byl **síranový typ** podzemních vod zjištěn na třech lokalitách poblíž osad Barranquilla (dva vzorky) a Velazquez. Analyzované síranové vody jsou charakteristické velmi nízkým pH (2,31–4,86) a vysokými koncentracemi Al, Mn, Fe a SO_4. V jednom analyzovaném vzorku síranové vody byly zjištěny výrazně zvýšené obsahy Ni, Cu, As a Ca. Vizuální předpoklad vysokých koncentrací železa ve vzorcích vod na základě okrových usazenin v korytech toků se nepotvrdil a koncentrace železa se pohybovaly v případě dvou vzorků okolo hodnoty 0,2 $mg.l^{-1}$, u jednoho vzorku dokonce pod mezí detekce.

Analyzovaná voda ze všech vzorků vod odebraných v okolí dolů Bellavista, La Union a Mina Chassaul z hydrochemického hlediska vyhovuje přípustným limitům kon-

centrací jednotlivých složek daným Vyhláškou MZd č. 252/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Rovněž sledované obsahy Hg byly u všech odebraných vzorků vod pod mezí detekce.

Podle výsledků hydrochemických rozborů vzorků důlních vod na území mapového listu Miramar nejsou podzemní a povrchové vody v okolí zmiňovaných dolů znečištěny důlním provozem s výjimkou důlní vody lokalizované v záchytné nádrži dolu Bellavista. Obsahy volných kyanidů (HCN) v analyzovaných vodních vzorcích z okolí dolu Bellavista překračují maximální koncentrace (0,01 mg.1^{-1}) stanovené Nařízením vlády č. 61/2003 Sb., ve znění pozdějších předpisů, pouze u jednoho vzorku (obr. 4). Limitní obsahy celkových kyanidů (CN-) nepřekračuje žádný analyzovaný vzorek.

Ještě v květnu 2008 byl odebrán vzorek termální vody na hydrochemickou analýzu z kostarické oblasti určené k mapování v roce 2009, tzn. mimo území listu Miramar. Jde o silně mineralizovanou (celková mineralizace dosahuje 1,5 g.l^{-1}) termální vodu s teplotou média na vývěru 70 °C. Ve vzorku jsou patrny zvýšené obsahy Li, K, F, As, což indikuje hlubší oběh podzemní vody či její juvenilní původ. Absence, resp. velmi nízký obsah Mg v popisovaném vzorku vylučuje mořský původ této termální vody.

Závěr

Jedním z problémů ohrožujících kvantitu a kvalitu podzemních i povrchových vod ve středoamerické oblasti je plošné či lokální odlesňování území. V souvislosti s rozšiřováním zemědělských, pasteveckých či urbanizovaných ploch dochází v posledních letech či desetiletích k poklesu ročních sumárních hodnot srážek, resp. pozvolnému zvyšování hodnot evapotranspirace, erozi půdy a hornin či vzniku sesuvů. Důsledkem tohoto procesu je úbytek povrchových a podzemních vod, což ohrožuje vodohospodářství, přispívá ke změnám vegetace a vede dlouhodobě ke změně klimatu. Popsaný proces je charakteristický pro celou Střední Ameriku i sever Jižní Ameriky s výrazným projevem zvláště v Nikaragui.

Terénní a kamerální hydrogeologické práce prováděné pracovníky ČGS na území Nikaraguy a Kostariky probíhají již několik let. Nově zjištěné údaje umožňují zpracování hydrogeologických poměrů mapového území v intencích mapového měřítka 1 : 50 000. Hydrogeologické práce v roce 2008 byly zaměřeny převážně na výzkum hydrochemického znečištění podzemních a povrchových vod.

Výsledky činnosti geologů ČGS v loňském roce přispěly ke zjištění několika zdravotně vysoce závadných využívaných zdrojů pitné vody v Nikaragui a vyvrátily pochybnosti státní organizace Dirección de Geología y Minas (Costarica) o kvalitě podzemních a povrchových vod dotčených hornickou činností v Kostarice.

Obr. 3. Zdroj závadné vody (vzorek NI-7), využívaný obyvateli vesnice Tierra Azul (Nikaragua); hloubka vrtu 60 m; nadlimitní obsah As, Na, F a Cl; geologie: tufy. *Foto P. Hrazdíra.*

Obr. 4. Odběr vzorku vody z retenční nádrže dolu Bellavista (Kostarika) pro stanovení obsahu kyanidu. *Foto P. Hrazdíra.*

Práce je součástí projektu zahraniční rozvojové spolupráce České republiky č. RP/6/2007 Regionální geologický výzkum pro definici a predikci přírodních nebezpečí v centrální části Střední Ameriky (2007–2009), financovaného vládou České republiky. Zadavatelem a odborným garantem je Ministerstvo životního prostředí ČR.

Literatura

HRADECKÝ, P. et al. (2008): Regionální geologický výzkum pro definici a predikci přírodních nebezpečí v centrální části Střední Ameriky. Projekt zahraniční rozvojové spolupráce ČR č. RP/6/2007. – MS Čes. geol. služba. Praha.