

RADONOVÉ RIZIKO

OBJEMOVÁ AKTIVITA RADONU VE ZNÁMÝCH PRAMENECH ČESKÉHO KRASU

Radon activity in selected springs of Bohemia karst

RENÁTA KADLECOVÁ - IVAN BARNET

Český geologický ústav, Klárov 3, 118 21 Praha 1

Key words: Radon, spring, groundwater

V roce 1998 se uskutečnilo opakované měření radonu v podzemní vodě u vybraných pramenů na území Českého krasu. Rozhodujícími parametry pro výběr lokalit byla geologická pozice pramene, jeho vydatnost (nad $0,9 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$) a historický význam pro danou oblast. Měření bylo prováděno na lokalitách Koda, Měňany, Nesvačily, Malá Chuchle, Svatý Jan pod Skalou, Dolní Roblín a nad Havlíčkovým mlýnem (obr. 1 a 2). O podzemní vodě některých pramenů např. ve Svatém Janu pod Skalou se v minulosti soudilo, že má zvýšenou radioaktivitu. K výše jmenovaným významným hydrogeologickým objektům Českého krasu byly přiřazeny jako kontrasty ještě pramen v lokalitě Šanův Kout a pramen Nad Tomáškovým lomem (obr. 2) s výrazně nižší průměrnou vydatností a s odlišným předpokládaným oběhem podzemní vody.

Lokalizace pramenů

Mariánský pramen zachycený jímkou se nachází 100 m z. nad bývalými lázněmi v Malé Chuchli, v nadmořské výšce

240 m n. m. Podzemní voda vyvěrá v podloží silurských vápenců ve zlomově založeném údolí sz.-jv. směru, porušeném směrnou poruchou jz.-sv. směru (CHÁB 1990). Plocha hydrologického povodí je cca $1,8 \text{ km}^2$.

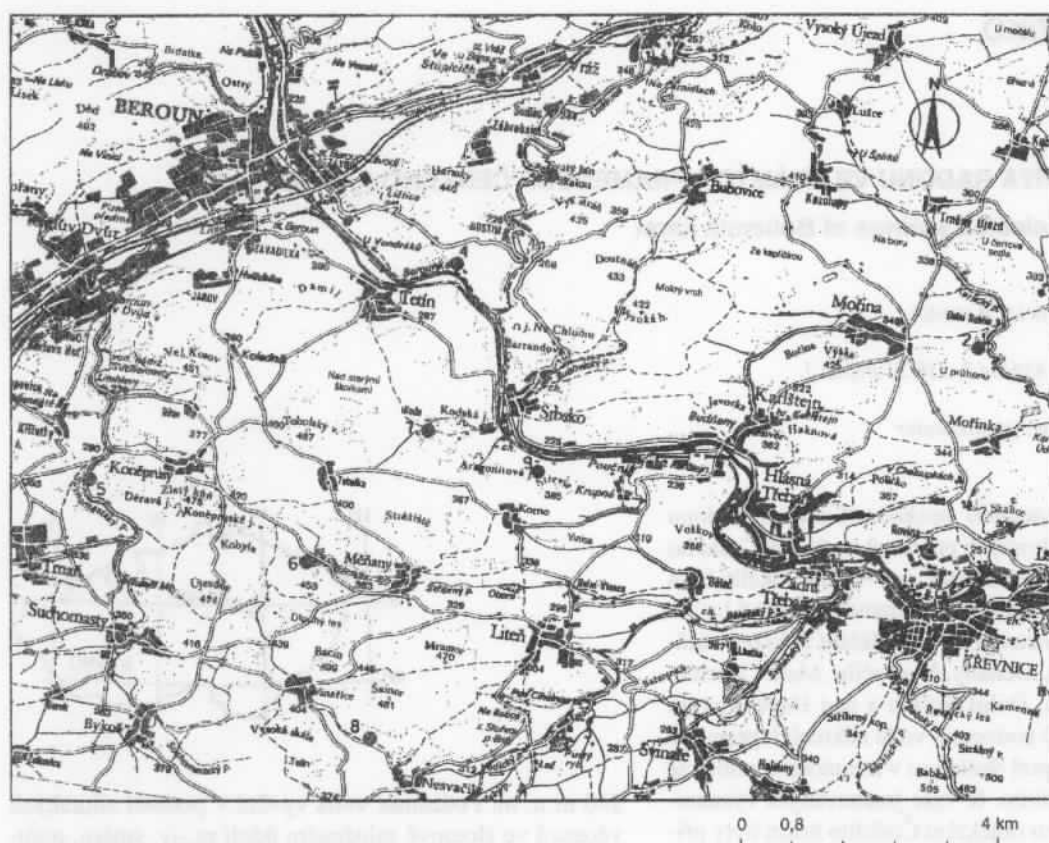
Petránka - pramen je zachycen jímkou nad pravým břehem Studeného potoka, 300 m j. od Dolního Roblína, v nadmořské výšce 300 m. Podzemní voda vyvěrá na tektonické poruše sz.-jv. směru na rozhraní devonských vápenců a břidlic. Plocha hydrologického povodí je cca $0,4 \text{ km}^2$.

Svatojánský pramen se nachází v obci Svatý Jan pod Skalou za jv. stěnou kostela v nadmořské výšce cca 242 m. Podzemní voda vyvěrá v místech, kde příčné zlomy protí-



0 0,8 4 km

Obr. 1. Topografická situace pramene v Malé Chuchli.



Obr. 2. Topografická situace vybraných pramenů.

nají poruchu směru V-Z, která predisponovala průběh z. části rokle Propadlé vody v blízkosti jejího vyústění do kaňonu Kačáku (KADLEC - NEDVĚD 1999). Nesoustředěný pramenní vývěr je zachycen jímacím zářezem pod ústím údolí Propadlých vod (pramen Ivanka), pramenní jámkou při jv. stěně kostela (pramen Ivan) a v kotelně kostela. Řada drobných pramenů vyvěrá při úpatí opěrné zdi v nárazovém břehu do toku Kačáku. V povodí pramene se vyskytují devonské vápence a břidlice a silurské vápence (KOVANDA 1984, HAVLÍČEK V. 1993). Hydrologické povodí pramene má plochu cca 0,9 km². Jeho hydrogeologické povodí je však odhadováno na základě geologické stavby a specifického podzemního odtoku na 8 km².

Šanův Kout - pramen se nachází ve stejnojmenném bočním údolí za bývalým zahradnictvím V Kozle na levém břehu Berounky ve vzdálenosti cca 200 m od řeky, v nadmořské výšce 225 m. Hydrologické povodí puklinového pramene je tvořeno silurskými bazaltovými vulkanoklastiky, vápenci a tufitickými vápenci (CHLUPÁČ 1989). Jeho plocha se pohybuje okolo 0,2 km².

Nad Havlíčkovým mlýnem - pramen vyvěrá 380 m j. nad Havlíčkovým mlýnem v nivě Suchomastského potoka pod Kotýsem, v nadmořské výšce 290 m. Nachází se na křížení tzv. očkovského přesmyku s lokální erozní bází Suchomastského potoka. Jeho hydrologické povodí o ploše 0,6 až 0,8 km² je tvořeno devonskými a silurskými vápenci a silurskými břidlicemi (CHLUPÁČ 1989).

Měňany - pramen se nachází v plochem údolí z. nad obcí Měňany ve vzdálenosti cca 1,5 km, pod vrchem Plešivec

(453 m n. m.), v nadmořské výšce 368 m. Podzemní voda vyvěrá v pramenní míse v blízkosti křížení tzv. očkovského přesmyku s tektonickou poruchou ssz.-jvv. směru. V hydrologickém povodí pramene s plochou cca 1,4 km² se vyskytují devonské a silurské vápence (CHLUPÁČ 1989).

Koda - pramen se nachází ve stejnojmenné osadě, vzdálené 1,6 km sv. od obce Tobolka, v nadmořské výšce 322 m. Je zachycen pramenní jámkou, nad kterou je postavena kaplička. Podzemní voda vyvěrá v těsném sousedství tektonických poruch sz.-jv. směru. V hydrologickém povodí pramene s plochou cca 0,6 km², se vyskytují především devonské vápence (CHLUPÁČ 1989). Pramen dlouhodobě sleduje ČHMÚ.

Nesvačily - pramen se nachází v mělkém údolí cca 600 m sv. nad obcí Nesvačily v nadmořské výšce 358 m n. m. Hydrologické povodí pramene o ploše 1,9 km² je tvořeno devonskými a silurskými vápenci a silurskými břidlicemi (CHLUPÁČ 1989). Severozápadně od Vinařic probíhá tektonická porucha sz.-jv. směru. Je pravděpodobné, že pramen vyvěrá na pokračování této poruchy v místě jejího protnutí se silurskými břidlicemi (želkovické souvrství).

Nad Tomáškovým lomem - pramen se nachází v horní části rokle, 725 m s. od kapličky v obci Korno, v nadmořské výšce cca 300 m. Hydrologické povodí pramene o ploše cca 0,28 km² je tvořeno devonskými a silurskými vápenci (CHLUPÁČ 1989). Vydatnost pramene odpovídající jeho hydrologickému povodí a variabilita teploty vyvěrající vody během roku (tab. 1) nasvědčují sušovému typu pramene, který odvodňuje mělký kolektor přívěškové zóny s rychlým oběhem podzemní vody.

Tabulka 1. Objemová aktivita radonu ve vodě vybraných pramenů.

Lokalita	Pramen	$Q_{\min} - Q_{\max}$ ($l.s^{-1}$)	$Q_{\text{prům.}}$ ($l.s^{-1}$)	T (°C)	Rn (Bq.l ⁻¹)	
					3.12.1997	20.11.1998
1. Malá Chuchle	Mariánský	–	6,0*	10,4	10,69	MD
2. Dolní Roblín	Petránka	–	0,9	9,0	8,14	Odhad MD neměřeno
3. Svatý Jan pod Skalou	Svatojánský	15,0–30,0	20,0	11,4	MD	MD
4. V Kozle	Šanův Kout	0,3–0,5	0,3	8,5	MD	MD
5. Havlíčkův mlýn	Nad Havlíčkovým mlýnem	–	3,0*	9,0	Odhad 50,0 neměřeno	23,9
6. Měňany	Měňany	0,5–38,0	7,5	8,4–10,5	14,48	7,47
7. Koda	Koda	2,2–21,2	11,5	11,0	MD	MD
8. Nesvačily	Nesvačily	1,7–30,9	8,2	7–11	86,34	38,82
9. Korno	Nad Tomáškovým lomem	–	0,2*	7–11	MD	MD

Q_{\min} – minimální vydatnost

Q_{\max} – maximální vydatnost

$Q_{\text{prům.}}$ – průměrná vydatnost

* – odhad

T – teplota vody

MD – pod mezí detekce

K měření radonu v podzemní vodě byl použit přístroj RDA 200 (Scintrex, Kanada), kalibrovaný v radonové komoře ÚEŘMS (ověřovací list č. 1473). Vzorky vody objemu 0,2 l byly odebírány pod hladinou vyvěrající vody a v cirkulačním zapojení provzdušňovány po dobu 10 minut do scintilační komory přístroje. Objemová aktivita radonu ve vodě byla vypočtena podle kalibrační rovnice, ověřované na standardech ve Výzkumném ústavu vodohospodářském TGM a ve vodárně Káraný na zdroji se stabilní objemovou aktivitou radonu ve vodě.

Obsah radonu v podzemní vodě závisí na přítomnosti uranové mineralizace v horninách v hydrogeologickém povodí pramene, na atmosférickém tlaku, na hloubce oběhu podzemní vody a na způsobu zachycení pramene.

V oblasti Českého krasu byly naměřeny relativně vysoké obsahy radonu v silurských černých břidlicích ve spodní části liteňské skupiny. Jde především o želkovické souvrství při bázi siluru (Kříž in CHLUPÁČ et al. 1992), kde je přítomno značné množství organického materiálu se sorbovaným uranem. Na výchozech tohoto souvrství na 19 lokalitách se hodnoty objemové aktivity radonu pohybovaly mezi 80 až 300 kBq.m⁻³. Nejvyšší zjištěné hodnoty byly při jz. okraji Barrandienu v okolí Želkovic, Všeradic a Litně (BARNET 1994).

Zvýšené koncentrace radonu v podzemní vodě jednotlivých pramenů byly prokázány i při opakovaném ročním měření. Nejvyšší obsahy radonu byly naměřeny na lokalitách situovaných poblíž linie Želkovice-Všeradice-Liteň u podzemní vody pramenů Nesvačily, Nad Havlíčkovým mlýnem a Měňany. Nejvyšší koncentrace radonu v podzemní vodě byla zjištěna na Nesvačilské vyvěračce (tab. 1), kde se v hydrologickém povodí pramene vyskytuje želkovické souvrství.

Zvýšená přítomnost radonu v podzemní vodě v pramenech Nad Havlíčkovým mlýnem a v Měňanech může signalizovat komunikaci podzemní vody s hlouběji uloženým podložním želkovickým souvrstvím, neboť toto souvrství se na výchozech v hydrologickém povodí pramenů nevyskytuje. Nepřítomnost radonu ve vodě ve Svatojánském prameni, na Kodě a v Šanově Koutě dokumentuje nepřítomnost želkovického souvrství v dosahu oběhu podzemní vody. Výsledek měření v prameni Nad Tomáškovým lomem jen potvrzuje předpokládané odvodnění mělkého kolektoru podzemní vody. Dosud neobjasněnou otázkou zůstává, zda nepatrný obsah radonu v podzemní vodě pramenů v Malé Chuchli a v Petránce souvisí s tektonickými poměry a s výskytem želkovického souvrství.

Literatura

- BARNET, I. (1994): Radon in the Lower Silurian black shales of Prague basin. – Radon investigations in the Czech Republic V and the second International Workshop on the Geological Aspects of Radon Risk Mapping, 67–73, Czech Geol. Surv. Praha.
- HAVLÍČEK, V. (1993): Základní geologická mapa ČSFR, 1 : 25 000. List 12-411 Beroun. – Čes. geol. úst. Praha.
- CHÁB, J. (1990): Základní geologická mapa ČSFR, 1 : 25 000. List 12-421 Praha-jih. – Ústř. úst. geol. Praha.
- CHLUPÁČ, I. (1989): Základní geologická mapa ČSSR, 1 : 25 000. List 12-413 Králův Dvůr. – Ústř. úst. geol. Praha.
- KADLEC, J. – Nečvď, J. (v tisku): Výsledky geofyzikálního měření ve Svatém Janu pod Skalou. – Český kras, 25. Beroun.
- KOVANDA, J. (1984): Základní geologická mapa ČSSR, 1 : 25 000. List 12-412 Rudná. – Ústř. úst. geol. Praha.
- KŘÍŽ, J. in CHLUPÁČ, I. et al. (1992): Paleozoikum Barrandienu. – Čes. geol. úst. Praha.