

## Souhrn studie

### Stáří a míšení podzemních vod, Oblast 1: Hřensko– Křinice/Kirnitzsch

Mgr. Pavel Šimek, VÚV TGM, v.v.i. 2014.

Studie je k dispozici v knihovně VÚV TGM, v.v.i.

Pro odhad stáří podzemních vod byla v oblasti Hřensko–Křinice/Kirnitzsch použita tzv. tritiová metoda, která vychází ze stanovení objemové aktivity tritia ( $^3\text{H}$ ). Vzhledem ke známému poločas rozpadu tritia je možné porovnáním koncentrace tritia ve srážkách jako vstupního signálu a koncentrace tritia ve vzorku podzemní vody vypočítat stáří podzemní vody. Národní institut pro standardy a technologie NIST (USA) uvádí poločas rozpadu tritia  $4500 \pm 8$  dní (tj. 12,31 roků), (LUCAS & UNTERWEGER, 2000).

Přírodní tritium vzniká v oblasti vrchní troposféry a zejména spodní stratosféry reakcí rychlých neutronů kosmického záření s atmosférickým dusíkem. Nejvýznamnějším umělým zdrojem tritia v životním prostředí byly v minulosti testy jaderných zbraní, a to především ty v atmosféře. Tritium z bombových testů je ideálním stopovacím indikátorem pro vodní prostředí, protože je zabudováno do molekuly vody, a proto se v podzemí neustále pohybuje stejně rychle jako voda. Tritium se primárně dostalo do vysokých vrstev stratosféry a postupně dochází k jeho pronikání do troposféry, a tím i do srážek a podzemních vod. Nejvyšší koncentrace  $^3\text{H}$  v atmosféře byla pozorována v roce 1963, a to 6 000 TU (Ottawa, Kanada, měsíční měření ve srážkách), (PENZHORN, 2013). K vyjádření aktivity tritia se kromě SI jednotek (Bq/kg, Bq/l) používá i tritiová jednotka (tritium unit, TU). Je vyjádřena jako poměr atomů  $^3\text{H}$  a  $^1\text{H}$  (ROZANSKI & GRÖNING, 2004).

$$1\text{TU} = \left[ \frac{^3\text{H}}{^1\text{H}} \right] \times 10^{-18} = 0,11919 \pm 0,00021 \text{ Bq/kg}$$

Odběr vzorků podzemních vod pro stanovení stáří vod pomocí tritia v zájmové oblasti proběhl v letech 2012 až 2013. Celkem byly odebrány vzorky podzemních vod z 12 vodárenských vrtů, 9 pozorovacích vrtů a 12 pramenů. Odběr vzorků podzemní vody probíhal v souladu s normou ČSN ISO 5667-11.

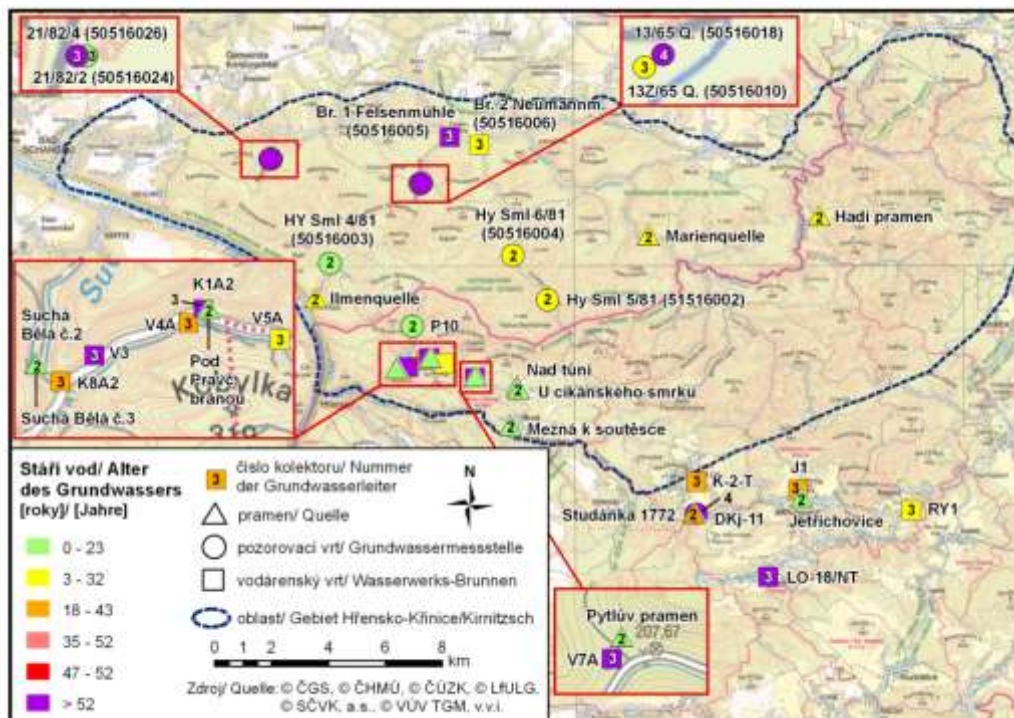
Stanovení tritia provedla laboratoř radioekologie VÚV TGM, v.v.i., pomocí kapalinové scintilační metody po elektrolytické koncentraci vzorku v souladu se standardem ČSN ISO 9698. Aktivita tritia byla stanovena za použití nízkopozadového kapalinového scintilačního detektoru Quantulus 1220 vyrobeného firmou Wallac. Výsledky analýzy se vyjadřují v Bq/l. Pro doplnění byly stanoveny fyzikálně-chemické parametry (pH, vodivost, teplota a dusičnany atd.). Analýzy fyzikálně-chemických a anorganických parametrů provedla Referenční laboratoř složek životního prostředí a odpadů VÚV TGM, v.v.i., a Zkušební laboratoř technologie vody VÚV TGM, v.v.i.

Pro odhad stáří vzorku podzemní vody byl použit základní vyhodnocovací model Piston-flow (MALOSZEWSKI & ZUBER, 1996). Pro určení stáří vzorku podzemní vody je nutné porovnání aktivity tritia v odebraném vzorku s jeho aktivitou ve srážkách daného regionu (G.E.O.S., 2007, BRUTHANS & CHURÁČKOVÁ, 2011). Jako vstupní hodnota ekologického indikátoru byly použity dvě časové řady ze dvou lokalit. Lokalita Freiberg se nachází 50 km jihozápadně od Drážďan v SRN, použitá data zahrnují období 1985 až 2010 (LfULG, 2012). Lokalita Hohe Warte se nachází ve Vídni v Rakousku a použitá data zahrnují období 1961 až 2009 (IAEA, 2014). Výsledky stáří podzemních vod byly pro lepší přehlednost rozčleněny na šest časových intervalů a graficky vyneseny do mapy stáří podzemních vod s vyznačenými kolektory, která zobrazuje jednotlivé zkoumané objekty (mapa 1).

Stáří podzemních vod signalizuje, ze kterého hydrogeologického kolektoru vody pocházejí, a jak jsou starší a mladší vody vzájemně promíšené. Tyto informace nám umožňují doplnit poznatky o dynamice podzemních vod a jsou proto důležité pro tvorbu modelů proudění podzemních vod. V oblasti Hřensko–Křinice/Kirnitzsch byly identifikovány podzemní vody různého stáří, od velmi mladých vod (do 10 let) až k vodám starým (více než 50 let), (Šimek, 2014). Zájmové území představuje významnou oblast zásob podzemních vod s poměrně vysokým stářím. Vzhledem k výskytu poloizolátoru mezi kolektory 2 a 3 je komunikace mezi

kolektory omezená, což je patrné především v západní části zájmové oblasti Hřensko-Křinice/Kirnitzsch.

Mapa 1: Mapa stáří podzemních vod s vyznačenými kolektory v oblasti Hřensko-Křinice/Kirnitzsch



Odhady stáří podzemních vod jsou v rámci projektu GRACE dále upřesňovány s použitím metod stanovení izotopů  $\delta^{18}\text{O}/\delta^2\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$  a  $^3\text{H}-^3\text{He}$ .

#### Literatura:

BRUTHANS, J. & Z. CHURÁČKOVÁ (2011) Využití stopovačů pro studium proudění, původu a vývoje chemického složení vody pramene (Sv. Vojtěch, česká křídová pánev). Zprávy o geologických výzkumech v roce 2010, s. 227–232, Praha: Česká geologická služba. ISSN 0514-8057, ISBN 978-80-7075-769-7.

ČSN ISO 5667-11 (2012) Kvalita vod – Odběr vzorků – Část 11: Návod pro odběr vzorků podzemních vod. Praha: Úřad pro technickou normalizaci metrologii a státní zkušebnictví, 32 stran, třídící znak 75 7051.

ČSN ISO 9698 (2011) Jakost vod – Stanovení objemové aktivity tritia – Kapalinová scintilační měřicí metoda. Praha: Úřad pro technickou normalizaci metrologii a státní zkušebnictví, 26 stran, třídící znak 75 7635.

G.E.O.S., FREIBERG INGENIEURGESELLSCHAFT MBH (2007) Gutachten. Zustandsüberwachung Grenzgrundwasser/ Operatives Messnetz. Bearbeiter: S. Rösner, P. Szymczak, R. Höhn; im Auftrag des Regierungspräsidiums Dresden, 60 S. + Anl.

LfULG (2012) Archiv Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

LUCAS, L.L. & M.P. UNTERWEGER, (2000) Comprehensive Review and Critical Evaluation of the Half-Life of Tritium. *Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology*, 105 (4), p. 541–549. <http://www.nistpubs.gov/nistpubs/jres/105/4/j541uc2.pdf>

MALOSZEWSKI, P. & A.ZUBER (1996) Lumped parameter models for interpretation of environmental tracer data. In: Manual on mathematical models in isotope hydrology. IAEA-TECDOC-910, Austria, 1996, p. 9–58. ISSN 1011-4289.

PENZHORN, R.D. (2013) Natural and man-made sources of tritium: applications of tritium, In: Tritium in fusion, Tosti Silvano, Ghirelli Nicholas (Eds), New York: Nova Science Publishers, Inc., 2013, p. 3–21. ISBN 978-1-62417-270-0.

ROZANSKI, K. & M. GRÖNING (2004) Quantifying uncertainties of tritium assay in water samples using electrolytic enrichment and liquid scintillation spectrometry, *Quantifying uncertainties in nuclear analytical measurements*, p. 195–217, IAEA-TECDOC-1401. [http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te\\_1401\\_web.pdf](http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_1401_web.pdf)

ŠIMEK, P. (2014) STÁŘÍ A MĚŠENÍ PODZEMNÍCH VOD, OBLAST 1: HŘENSKO-KŘINICE/KIRNITZSCH. DÍLČÍ STUDIE PROJEKTU GRACE Z PROGRAMU CÍL 3, VÚV TGM, v.v.i., PRAHA, 106 s., 15 PŘÍLOH.

<http://www.iaea.org> (2014)