

situací. Na uvedených případech je zřejmé, že pro analýzu rozporů má velký význam použití co nejdetailnějších geologických podkladů jako základu pro stanovení kategorie radonového rizika v podloži.

V oblasti západních Čech bylo v jedné obci (Dalovice) potvrzeno vysoké radonové riziko v podloži při nízkých hodnotách radonu v objektech. Přesná lokalizace měřených objektů v intravilánu obce však není známa. Rozpor mezi geologickou predikcí a měřenými hodnotami v objektech proto může být vysvětlen jednak přítomností kvartérního sprašového pokryvu na podložních granitech, který působí jako bariéra pro migraci radonu, jednak dobrým stavebním stavem objektů (kvalitně provedená izolace může zabránit pronikání radonu do objektu i na podloži s vysokým radonovým rizikem). Rozpor v ostatních 14 obcích jsou způsobeny rozdíly mezi regionální a lokální geologickou situací. Obce jsou soustředěny ve dvou oblastech na Plzeňsku – jihovýchodně od Kralovic a jihozápadně od Přeštic. V obou oblastech byly v minulosti při uranové prospekcii zjištěny rovněž i lokální radiometrické anomálie v proterozoických metasedimentech.

Analýza rozporů mezi geologickým hodnocením radonového rizika a měřením radonu v objektech bude v r. 2000

prováděna na území severních Čech a jižní a severní Moravy. Hlavním cílem analýzy je zjistit míru spolehlivosti map radonového rizika geologického podloži pro vymezení oblasti s očekávanými vysokými nebo naopak nízkými hodnotami radonu v objektech a pro přípravu nového typu map – mapy radonového rizika bytového fondu.

## Literatura

- BARNET, I. - MIKŠOVÁ, J. - PROCHÁZKA, J. (1998): Radon database and radon risk map 1 : 500 000 of the Czech Republic. – In: Radon Investigations in the Czech Republic VII and the 4<sup>th</sup> International Workshop on the Geological Aspects of Radon Risk Mapping, ČGÚ, Praha.  
 BARNET, I. - MIKŠOVÁ, J. (in print): The GIS approach to radon risk mapping in the Czech Republic. – Sbor. 5<sup>th</sup> International Conference on Rare Gas Geochemistry, Debrecen, Hungary.  
 BARNET, I. - BLÁHA, V. - TESÁŘ, J. - MIKŠOVÁ, J. (1998): Analýza rozporů mezi geologickým hodnocením radonového rizika a hodnocením na základě měření radonu v objektech (střední a východní Čechy). – Zpráva ČGÚ.  
 BARNET, I. - BLÁHA, V. - TESÁŘ, J. (1999): Analýza rozporů mezi geologickým hodnocením radonového rizika a hodnocením na základě měření radonu v objektech (jižní a západní Čechy). – Zpráva SÚJB.  
 MIKŠOVÁ, J. - BARNET, I. (1999): Vectorised maps of radon risk – abstract. – Conference Abstracts, XXII Days of Radiation Hygiene, Radiation Protection Society.

## EMISE UHELNÉHO METANU DO OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE A IZOTOPOVÉ SLOŽENÍ UHLÍKU

### Carbon isotopic composition of methane emissions in the Czech Republic

FRANTIŠEK BUZEK - VLASTIMIL HOLUB

*Český geologický ústav, Klárov 3/131, 118 21 Praha 1*

**Key words:** Coal, Gas, Carbon isotopes, Methane, Emission, Bituminous coal, Brown coal, Peat bogs

**Abstract:** Coal-bed methane forms more than half of anthropogenic methane emissions in the Czech Republic. To specify important sources of the methane emissions we have measured carbon isotopic composition of their sources. The study includes pipeline gas, emissions from bituminous and brown coals and from some peat bogs. The  $\delta^{13}\text{C}$  values of methane vary from  $-20\text{ ‰}$  (Permocarboniferous in Central Bohemia) to  $-75\text{ ‰}$  (biogenic gas in the Czech part of the Upper Silesian Coal Basin). Methane from this area originates from two sources: a thermogenic gas with the  $\delta^{13}\text{C}$  values to  $-40\text{ ‰}$  and a biogenic gas with the  $\delta^{13}\text{C}$  values in the range of  $-55$  to  $-75\text{ ‰}$ .

Z iniciativy amerického geologického ústavu (U. S. Geological Survey), oddělení geochemického výzkumu uhlíovodíků v Denveru (stát Colorado), spolupracoval Český geologický ústav Praha v letech 1996 až 1998 na úkolu výzkumu metanových emanací v uzlových oblastech výskytu kaustobiolitových ložisek v Českém masívu. Součástí projektu bylo i jejich srovnání s výskyty plynových ložisek amerického středozápadu na východ od Skalistých hor (státy Colorado, Wyoming, Nevada, Montana, Arizona a

Nové Mexico (CLAYTON 1998). Byly odebrány vzorky plynů i pevných kaustobiolitů (uhlí, rašelina), měřeny jejich parametry a hodnoceny z hlediska kvalitativního. V závěrečné zprávě projektu (HOLUB - CLAYTON - BUZEK - RICE 1999) jsme podali i geologickou charakteristiku zkoumaných oblastí v České republice. Zaměřili jsme se zejména na uvolňování metanu do ovzduší v české části hornoslezské pánve, kladensko-rakovnické pánvi, severočeské hnědouhelné pánvi a na některých lokalitách výskytu rašelin západních a jižních Čech.

Podle odhadů tvoří emise uhlenného metanu více jak 50 % antropogenních emisí metanu v ČR, tzn. že těžba uhlí je u nás největším zdrojem atmosférického metanu. Nejvhodnější metodou k bilancování příspěvků lokálních zdrojů, a určení průvodu plynů je bilance na základě izotopového složení (BUZEK - HOLUB - BOHÁČEK - FRANCŮ 1999). Údaje o izotopovém složení uhlenných plynů nebyly před započetím projektu známy. Abychom mohli označit zdroje emisí metanu, určili jsme izotopové složení většiny možných zdrojů emisí metanu v ČR: plynovody, rašelinště, těžba hnědého uhlí v severočeské pánvi a černého uhlí ve středočeské a hornoslezské pánvi. Pro každou lokalitu jsme porovnávali zjištěný metan se zdrojovým uhlím, abychom určili rozsah uvolňování z daného zdroje. Hodnoty

jsme porovnávali zjištěný metan se zdrojovým uhlím, aby-chom určili rozsah uvolňování z daného zdroje. Hodnoty izotopového složení  $\delta^{13}\text{C}$  se pohybují od  $-20\text{‰}$  (hnědé uhlí) po  $-75\text{‰}$  (biogenní plyn z černého uhlí, viz tab. 1). Množství a izotopové složení je ovlivněno oxidací (snižuje emise) a difuzí (mění izotopové složení plynu, a tím i genetické souvislosti). Hlavním zdrojem emisí je těžba v hornoslezské pánvi (Bužek - Franců - Boháček 1999) se dvěma typy metanu: termogenním plynem s hodnotou  $\delta^{13}\text{C}$  okolo  $-40\text{‰}$ , a biogenním plynem s hodnotami od  $-55$  do  $-75\text{‰}$ , který převládá v měřených povrchových únicích. Největší zdroj emisí představují tedy stará důlní díla. V rámci projektu byla vyvinuta nová metoda k vyhodnocení rozsahu ztrát původně adsorbovaných uhelných plynů. Metoda byla ověřena na známých ložiscích uhelných plynů v USA. Výsledky projektu umožní upřesnit bilanci metanových emisí v ČR a lépe charakterizovat plynová uhelná ložiska s ohledem na teplotní a tlakový vývoj pánví v minulosti.

Výsledky řešení lze charakterizovat po třech liniích:

1) Chemické a izotopové složení CBM plynů, 2) izotopové složení antropogenních zdrojů metanových emisí ve vztahu k hornické činnosti a těžba uhlíkovodíků v ČR, a 3) geologické, geochemické a fyzikální faktory ovlivňující emise CBM plynů.

Výsledky studia chemického a izotopového složení většiny CBM plynů v ČR reprezentuje první datový soubor týkající se tohoto subjektu u nás. Soubor výsledků, jenž je k dispozici v závěrečné zprávě projektu (HOLUB - BUŽEK - CLAYTON - RICE 1999), může být základem pro další výzkum. Koncentrace a izotopové složení uhlíku z metanových emisí jsou připojeny v tab. 1.

Zjištěná data o izotopovém složení metanových emisí usnadňují odhad podílu lokálních zdrojů k celkovému atmosférickému metanu (navýšení nad základní hodnotou, která činí zhruba 1,6 ppm). Odhad může být zpřesněn z izotopové bilance vycházející z měření jednotlivých vzorků atmosférických plynů v dané lokalitě.

Na vznik plynů z uhlí, odvozených z metanových emisí, spoluúspobí následující faktory: uhelná geologie a geoche-

Tab. 1. Koncentrace a izotopové složení uhlíku z metanových emisí.

vzorek	lokalita	$\delta^{13}\text{C-CH}_4\text{ (‰)}$	konzentrace ppm
potrubní plyn		-51	$10^5$ - $10^6$
černé uhlí	Ostrava	od -40 do -75	$10^5$ - $10^6$
	Důl Kladno - větrací jáma	-21,5	$10^3$
	Mšeno - studna	-19	$10^3$
hnědé uhlí	Most - Důl Čs. Armády	-20,5	$10^3$ - $10^4$
rašelina	Boží Dar	od -35 do -55	$10^2$
	Jelení	-49,4	$10^2$
	Nové Hrady	-54	$10^2$

mie, termální vývoj pánve, typ dolu, těžební metoda a stáří dolu. Izotopické složení plynů umožňuje blíže charakterizovat zdroje emisí. Pro specifikaci izotopového složení plynů bylo nutno studovat fyzikálně-chemické procesy (separační účinky difuze, adsorpce, desorpce) a oxidaci metanu. Vyvinutá metoda termální desorpce reziduálních uhelných plynů poskytuje navíc i informaci o struktuře uhlí a jeho kvalitativních parametrech, jakož i o tlakové teplotních podmínkách matečné sedimentační pánve.

## Literatura

- BUŽEK, F. - FRANCŮ, J. - BOHÁČEK, Z. (1999): Geochemistry of coal-bed methane in the Upper Silesian Basin, Czech Republic. - Proc. Of 19th Int. Meeting of Organic Geochemistry, Istanbul. PC 30, 517-518.  
 BUŽEK, F. - HOLUB, V. - BOHÁČEK, Z. - FRANCŮ, J. (1999): Carbon isotope composition of methane emissions in the Czech Republic - preliminary results. - Bull. Czech. Geol. Survey 74, 191-196.  
 CLAYTON, J. L. (1988): Geochemistry of coalbed gas - A review. - Int. J. of Coal Geol. 35, 159-173.  
 HOLUB, V. - BUŽEK, F. - CLAYTON, J. L. - RICE, D. (1999): Carbon Isotopic Composition and Flux of Coalbed Methane between the Geosphere and Atmosphere. - Final Report of the Czechoslovak - U. S. Science and Technology Program Project No 94 027. Archiv ČGÚ Praha.

## VÝVOJ LÁTKOVÝCH TOKŮ SÍRY A DUSÍKU V SÍTI MALÝCH POVODÍ GEOMON

### Development of mass element fluxes in Geomon network of small catchments

DANIELA FOTTOVÁ

Český geologický ústav, Klárov 3/131, 118 21 Praha 1

**Key words:** Catchment, Network, Bulk deposition, Throughfall, Sulphur

**Abstract:** Six years (1994 - 1999) of hydrological and chemical data from GEOMON network of fourteen small forest catchments are now available. The data were acquired by an uniform sampling and analytical methodology. Bulk deposition, throughfall deposition and runoff of ecologically important components were measured on a monthly basis. This contribution is focused especially on

the development in sulphur deposition and nitrogen fluxes. Significant decrease of sulphur deposition due to desulphurization was recorded in a large part of the territory of the Czech Republic. However, in the northern part of the country (Orlické hory Mts.) deposition via throughfall is still high. This fact resulted in a new episode of forests die-back in this area in 1998 possibly similar to that in the Krušné hory Mts. in 1996. Emissions from Poland are the most probable cause. In contrast, deposition of nitrate nitrogen has not decreased since 1994. Regional decrease resulting