

GEOCHEMIE ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, RIZIKOVÉ POCHODY

AKTUÁLNÍ STAV MAPOVÁNÍ RADONOVÉHO RIZIKA V ČESKÉ REPUBLICE

The present state of the radon risk mapping in the Czech Republic

BARNET, I. - MIKŠOVÁ, J. - PROCHÁZKA, J. - TOMAS, R. - KARENOVÁ, J. - BLÁHA, V. - HOLÁK, J.

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

Key words: Radon risk mapping, Vectorised maps, Soil gas-in-door radon analysis

Abstract: The radon risk mapping in 1999 comprised two main projects – radon risk maps on scales 1 : 500 000 and 1 : 50 000. The generalised radon risk map was built as a GIS project in ArcView with the possibility of downloading ArcExplorer viewer directly from the CD. The vector data are in ESRI format, the tabelar data are connected in the *.dbf format. Topographic raster data use the *.tiff format. Radon risk from bedrock is characterised by three basic categories (low, medium and high) and one transient category (typical for the radon risk from low category to medium in the inhomogeneous Quaternary sediments). The data background is based on 7000 point data from radon database. The contours of geological units are filled after the prevailing radon risk in particular rock types.

The Czech Geological Survey also uses the vectorized geological maps on a scale of 1 : 50 000, enabling to construct the more detailed radon risk maps. The principle of construction is partly similar to generalised radon risk map, but the raster topography for the whole state territory (214 map sheets 1 : 50 000) is much more detailed. Therefore the more precise determination of radon risk from bedrock in particular villages and towns is possible. These maps (the programme started in June 1999) will be used by the State Bureau of Nuclear Safety and municipal authorities for more precise distribution of the track-etch detectors within villages and cities.

ÚVOD

Český geologický ústav od r. 1990 spolupracuje se státními institucemi zabývajícími se sledováním zátěže obyvatelstva z přírodních radionuklidů, zejména z radonu ^{222}Rn . Legislativně je tato spolupráce podložena několika usneseniami vlády ČR (nejnověji Usnesení vlády ČR ze dne 31. května 1999 č. 538 o Radonovém programu ČR). Kromě spolupráce na přípravě legislativního zázemí (např. usnesení vlády z r. 1990, 1991, 1993, „atomový zákon“, vyhlášky o požadavcích na zajištění radiační ochrany aj.) a vývoji jednotných metodik pro stanovení radonového rizika stavebních pozemků spočívá hlavní role ČGÚ v Radonovém programu ČR v mapování radonového rizika státního území na základě geologicko-radonových charakteristik horninových jednotek. Výsledky práce ČGÚ v tomto oboru jsou široce využívány pro stanovení priorit distribuce stopových detektorů pro měření radonu v objektech na celém území ČR. Cílem radonového programu je vyhledávání

objektů se zvýšeným výskytem radonu a zabezpečení realizace protiradonových ozdravných opatření. V souladu s vládním usnesením č. 538 jsou výzkumné práce úkolu 3310 zaměřeny na podporu bodu II – Preventivní protiradonová opatření (detailizace prognózních map radonového rizika) a bodu V – Vývojová a výzkumná činnost (metodiky pro měření a hodnocení radonového rizika základových půd a vývoj map radonového rizika bytového fondu). Softwarové a hardwarové vybavení spolu s datovým zázemím ČGÚ v současnosti umožňuje poskytovat veřejnosti kvalitativně vyšší stupeň informací o radonovém riziku z geologického podloží ve formě vektorizovaných map různých měřítek.

MAPA RADONOVÉHO RIZIKA 1 : 500 000 NA CD NOSÍCI

Po zveřejnění radonové mapy v měřítku 1 : 200 000 byl zaznamenán značný zájem veřejnosti a státních institucí o tuto problematiku. Bylo nutno zvolit cestu, kterou bude možno uspokojit poptávku po informacích týkajících se předpokládaného výskytu zvýšeného radonového rizika a zároveň vyhovět požadavkům Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB) a okresních úřadů na stanovení priorit rozmlšťování stopových detektorů v obcích České republiky a na vyčlenění území s předpokladem zvýšené zátěže z přírodních radionuklidů pro obyvatelstvo.

Nejvhodnějším postupem se jevilo zhotovení mapy radonového rizika, která by v tištěné formě byla k dispozici na příslušných institucích zabývajících se Radonovým programem ČR, a to i na nejnižších úrovních, kde vybavenost výpočetní technikou není vyhovující a kde není dostatek vyškolených pracovníků pro jejich obsluhu.

Jako výchozí bylo s ohledem na finanční a časové možnosti zvoleno měřítko 1 : 500 000, které je pro předběžnou orientaci v dané problematice dostačující a umožňuje využít jako podklad vektorizovanou geologickou mapu, kterou do digitální formy zpracoval odbor GIS a DB ČGÚ a firma Picodas. Rozhodující však byla možnost začlenit Mapu radonového rizika z geologického podloží do souboru 11 map s geovědní tematikou v Atlasu map České republiky – GEOČR 500 na CD nosiči, vydaném ve spolupráci ČGÚ s firmami Picodas Praha, Arcdata Praha, Gisat, Geofyzika, a. s., a ZÚ, s finančním přispěním MŽP.

Projekty byly vytvořeny pro ArcView 3.0. Jako prohlížečku lze využít program ArcExplorer, který je možno na-

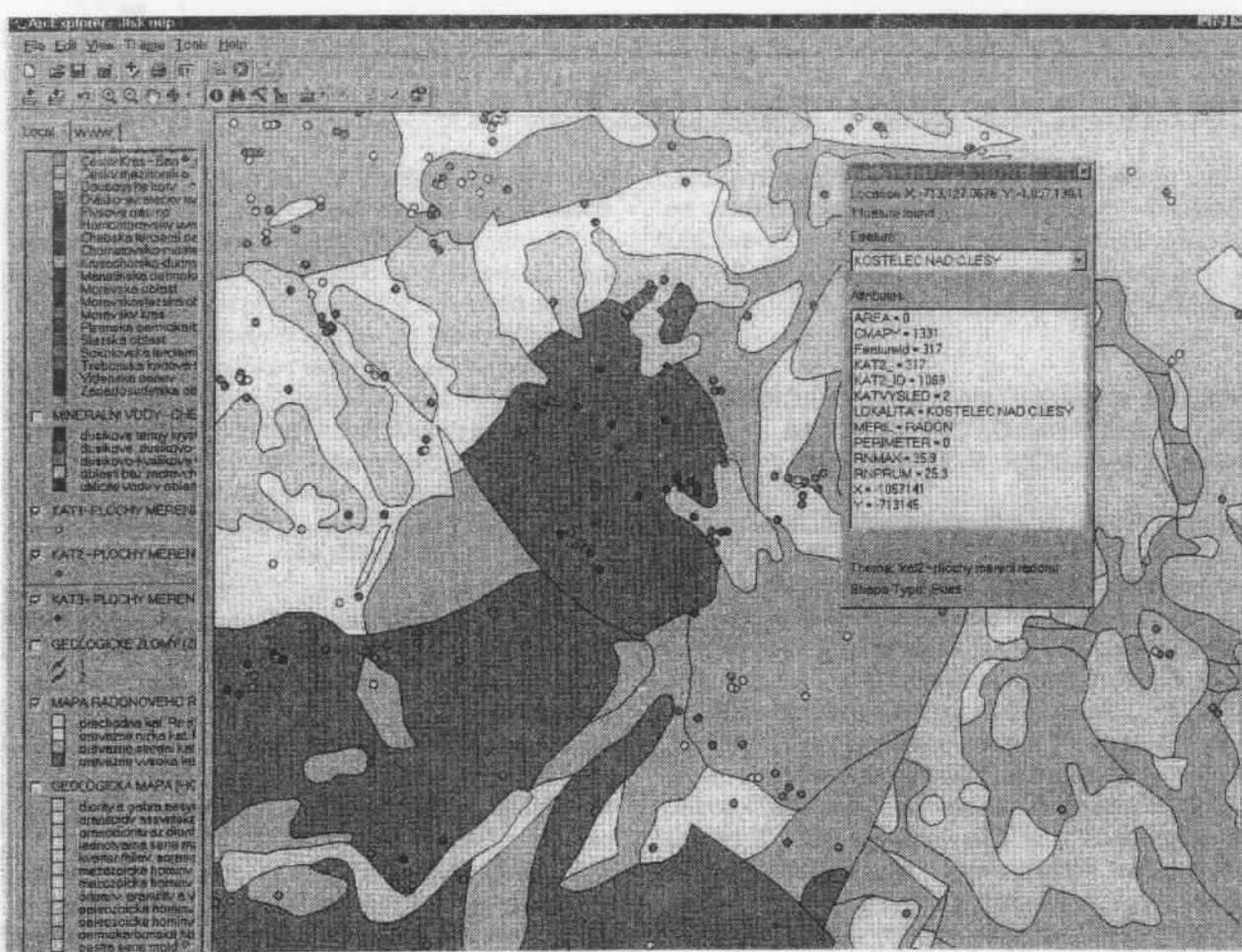
instalovat přímo z CD. Vektorová data jsou uložena ve formátech ESRI Shape File, rastrová data ve formátu TIFF, dále jsou připojeny databázové soubory DBF, kde jsou uložena tabelární data v kódové stránce Windows 1250. Souřadnicový systém lze zvolit ze tří variant – S-JTSK, S-42 a zeměpisných souřadnic.

Při vlastním sestavování mapy byly využity výsledky Radonového programu ČR, který je realizován již od roku 1990 ve spolupráci s SÚJB (dříve s Meziresortní radonovou komisí ČR) a Asociací radonové riziko, poskytující data do radonové databáze ČGÚ (BARNET I., MIKŠOVÁ J., PROCHÁZKA J. 1998). Převažující radonové riziko bylo vyhodnoceno na základě statistického zpracování 6 900 terénních měření radonu (stav k r. 1998), a to jednotnou metodikou schválenou hlavním hygienikem ČR (v r. 1992) a později metodickým doporučením SÚJB (v r. 1998). Radonové riziko z podloží je v mapě rozlišeno třemi základními kategoriemi (nízké, střední a vysoké) a jednou kategorii přechodnou, která byla vyčleněna v nehomogenních kvarterních sedimentech pro nízké až střední riziko. Vlastní kategorie radonového rizika z geologického prostředí vyjadřuje statisticky převažující kategorie v dané geologické jednotce. Systém GIS umožňuje při označení jednotlivých objektů – ploch měření objemové aktivity radonu z databáze i informativní výpis základních databázových položek (obr. 1)

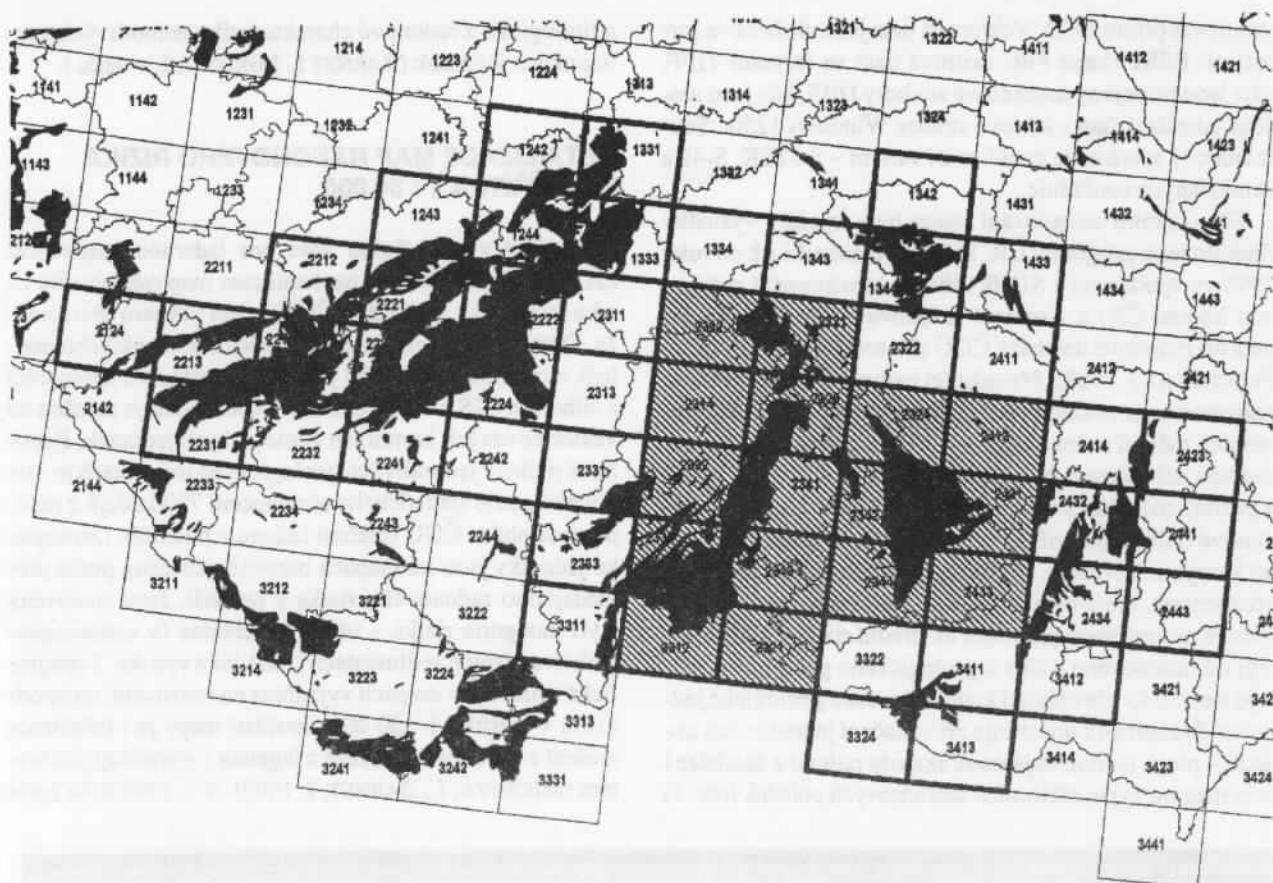
a litologické a radonové charakteristiky jednotlivých geologických jednotek (BARNET I., MIKŠOVÁ J. v tisku).

DETAJIZACE MAP RADONOVÉHO RIZIKA DO MĚŘÍTKA 1 : 50 000

V r. 1999 vypsal Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB) veřejnou soutěž na detailizaci map radonového rizika do měřítka 1 : 50 000. ČGÚ se stal vítězem této soutěže. Detailní mapy radonového rizika z geologického podloží v měřítku 1 : 50 000 jsou sestavovány ve spolupráci s odborem GIS a DB. Tematický obsah map je založen na vektorizovaných konturách geologických jednotek. Radonové riziko v jednotlivých geologických jednotkách je stanovenno podle statistického zhodnocení 7300 údajů z radonové databáze ČGÚ (měření radonu z podloží). Geologické jednotky jsou na mapách barevně označeny podle převládajícího radonového rizika z podloží. Jsou stanoveny čtyři kategorie rizika – nízké, přechodné (v nehomogenních kvarterních sedimentech), střední a vysoké. Topografická situace je v mapách vyjádřena na rastrovém topopodkladu v měřítku 1 : 50 000, součástí mapy je i lokalizace měření z radonové databáze a legenda s vysvětlujícím textem (MIKŠOVÁ, J., BARNET, I. 1999). V r. 1999 bylo zpra-



Obr. 1. Výřez z mapy radonového rizika 1 : 500 000 na CD bez zapojení topovrstvy. Označení jednotlivých bodů měření má vazbu na výpis z databáze.



Obr. 2. Listoklad map radonového rizika z geologického podloží v měřítku 1 : 50 000.
Vysvětlivky: šrafováné listy – hotové v r. 1999, tučně vyznačené listy – plán na r. 2000.

cováno 16 map radonového rizika z geologického podloží v měřítku 1 : 50 000, pokrývajících území třebíčského masívu a centrálního moldanubického plutonu. Pro rok 2000 je plánováno zpracování dalších 40 listů (viz obr. 2). V archívnu ČGÚ je uloženo 16 listů map z r. 1999.

ANALÝZA ROZPORŮ MEZI GEOLOGICKÝM HODNOCENÍM RADONOVÉHO RIZIKA A MĚŘENÍM RADONU V OBJEKTECH

Od r. 1997 probíhá ve spolupráci se Státním úřadem pro jadernou bezpečnost (SÚJB) prověrování prediktivní hodnoty map radonového rizika z geologického podloží. SÚJB organizuje prostřednictvím svých regionálních center rozšířování stopových detektorů do objektů v jednotlivých obcích na celém území České republiky (BARNET I. et al. 1998, 1999). Dosud bylo od r. 1991 provedeno měření ekvivalentní objemové aktivity radonu (EOAR) v 105 750 objektech. Údaje o měření jsou uloženy v radonové databázi SÚJB. Jednou z položek databáze je i předpokládaná kategorie radonového rizika z geologického podloží, odečítaná z postupně aktualizovaných map radonového rizika. Analýza rozporů mezi geologickou predikcí a skutečnými hodnotami EOAR v objektech byla v r. 1999 provedena na území jižních a západních Čech. Podle statistického zpracování SÚJB byly obce rozděleny do tří kategorií: obce

v nichž je očekáváno <1 %, 1–10 %, >10 % objektů s hodnotami EOAR nad 200 Bq . m⁻³.

Výběrový soubor z databáze měření radonu v objektech zahrnuje dva základní případy: obce, u nichž podle geologického hodnocení je předpoklad výskytu nízkého radonového rizika z podloží, avšak podle statistiky z měření radonu v objektech je očekáváno více než 10 % objektů nad 200 Bq . m⁻³ EOAR („geologické podhodnocení“ radonového rizika) a naopak obce na geologickém podloží s předpokládaným vysokým radonovým rizikem, v nichž podle statistiky měření radonu v objektech je očekáváno méně než 1 % objektů nad 200 Bq . m⁻³ EOAR („geologické nadhodnocení“ radonového rizika).

Podle tohoto výběru nebyly v jižních Čechách zjištěny případy podhodnocení rizika, v 10 obcích se jednalo o nadhodnocení rizika. V západních Čechách bylo zjištěno čtrnáct obcí s podhodnocením rizika a jedna obec s nadhodnocením rizika. V takto vybraných obcích bylo provedeno srovnání regionální geologické situace (podle radonových map v měřítku 1 : 200 000), detailní geologické situace (podle geologických map 1 : 50 000) a ověření měření radonu v podloží v intravilánu obce.

V oblasti jižních Čech byly rozporové v šesti případech vysvětleny chyboum odečtem kategorie radonového rizika z geologických map a ve čtyřech případech byl rozpor mezi geologickým hodnocením a měřením radonu v objektech způsoben rozdílem mezi regionální a lokální geologickou

situací. Na uvedených případech je zřejmé, že pro analýzu rozporů má velký význam použití co nejdetailejších 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 4th 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. 5th 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 UHLENÉHO 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 ‰ (Permocarboniferous in Central Bohemia) to -75 ‰ (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 ‰ and a biogenic gas with the $\delta^{13}\text{C}$ values in the range of -55 to -75 ‰ .

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 uhelného 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 uhlíkových 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