

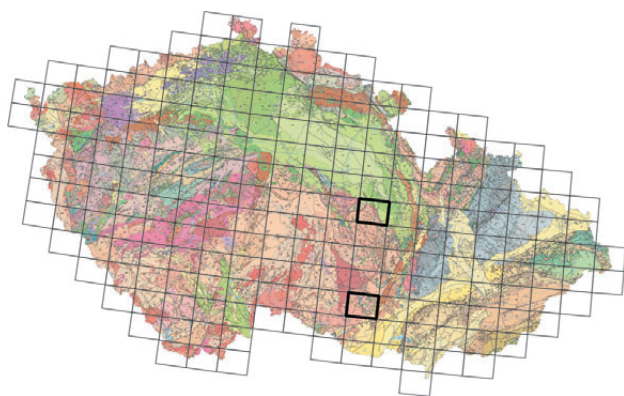
RUDNÍ MINERÁLY VE SKARNECH OD SVRATOUCHU A OD REŠIC NA ČESKOMORAVSKÉ VRCHOVINĚ

Ore minerals in the skarn bodies from Svatouch and Rešice in the Českomoravská vrchovina Upland

JAN MALEC – FRANTIŠEK VESELOVSKÝ

Česká geologická služba, Geologická 6, 152 00 Praha 5

(14-33 Polička, 24-33 Moravský Krumlov)



Key words: skarns, rare ore minerals, Českomoravská vrchovina Upland

Abstract: The two skarn localities, placed in different geological units, have very similar association of ore minerals. The most interesting is the occurrence of relatively rare minerals containing Bi-Te±S, Co-Ni-Fe-As±S, native Bi, and Au.

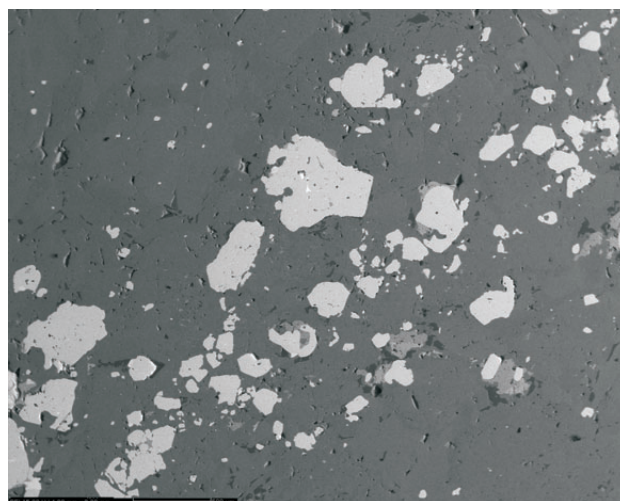
V rámci úkolu pro Ministerstvo životního prostředí České republiky „Korelace litologicky kontrastních hornin v jednotkách krystalinika při sv. okraji moldanubika“ byla řešena také problematika rudních mineralizací ve vybraných skarnových tělesech. Hlavním předmětem zájmu byly minerální asociace sulfidů, arzenidů a sulfoarzenidů, teluridů a ryzích prvků. Minerály byly studovány především v nábrusech pomocí rudní mikroskopie, rastrovací elektronové mikroskopie, energiově disperzní mikroanalýzy a v menší míře i rentgenograficky a vlnově disperzní mikroanalýzou.

Svatouch

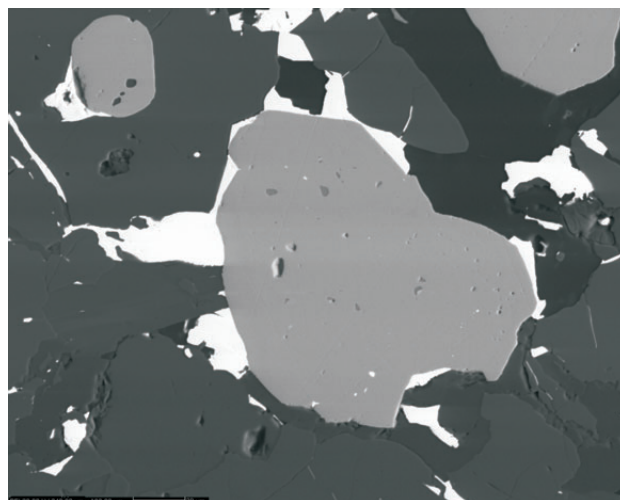
Lokalita leží ve svrateckém krystaliniku cca 8 km vjv. od Hlinska. Několik starých zatopených pinek z 18. a 19. století a drobné zarůstající haldičky po průzkumných pracích v polovině 20. století se nacházejí v lese s. od obce, asi 0,5 km s. od odbočky silnice do Čachnova a 300 m v. od silnice do Krouny. Zrudnění se ve skarnu vyskytuje jen sporadicky, v prostorově omezených partiích, kde tvoří roztroušená zrna, impregnace a nesouvislé, nejvýše několik centimetrů mocné a do 10 cm dlouhé pásy. Obsahuje magnetit a místy také kobaltin; na trhlinách je běžný jemný pyrit (HOFFMANN 1939, NOVÁČEK 1940). Z průzkumných prací v 60. letech minulého století jsou odtud také známy,

převážně v mikroskopických rozměrech a malých množstvích, arzenopyrit, pyrotin, chalkopyrit, sfalerit, molybdenit, bismutin, bismut, zlato a hematit (POKORNÝ 1960, NĚMEC 1962, 1963, 1965, 1966). Kobaltin byl nejhojnější u severního okraje skarnové čočky a směrem do hloubky ho přibývalo (NĚMEC 1962).

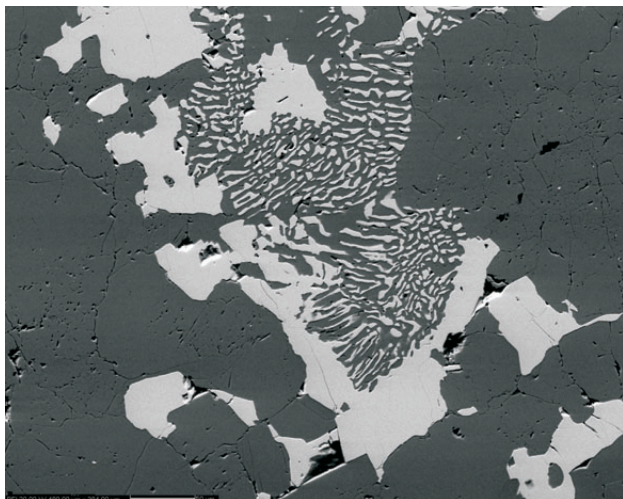
Nově byly zjištěny ilmenit, löllingit, safflorit, safflorit-löllingit, FeCo-sulfoarzenid a Bi-teluridy, všechny poměrně vzácné a mikroskopických velikostí. Bi-teluridy



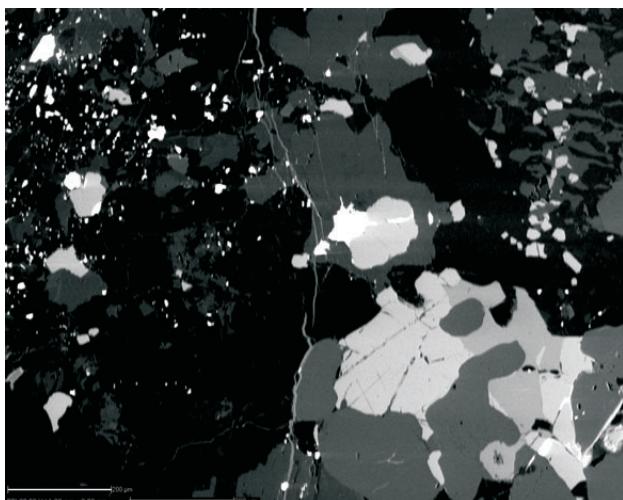
Obr. 1. Svatouch. Proužek impregnací kobaltinu ve skarnu. Snímek v odražených elektronech, velikost záběru 4,0 × 3,2 mm. Foto J. Malec.



Obr. 2. Svatouch. Zrno kobaltinu ve skarnu, v jeho lemu Bi-sulfotelurid. Snímek v odražených elektronech, velikost záběru 0,60 × 0,48 mm. Foto J. Malec.



Obr. 3. Ruda u Čachnova. Myrmekity magnetitu a hedenbergitu. Snímek v odražených elektronech, velikost záběru 0,48 × 0,38 mm. Foto J. Malec.



Obr. 4. Rešice. Zrna magnetitu (světle šedý) srůstají s ilmenitem (tmavěji šedý) a jsou pronikána joséitem (bílý); uprostřed tenká žilka erytrinu a vlevo nahoře jemná zrníčka minerálů Bi. Snímek v odražených elektronech, velikost záběru 1,20 × 0,96 mm. Foto J. Malec.

nebyly zatím přesně identifikovány, ale zdá se, že jde o několik minerálních druhů s různým zastoupením Bi, Te a S. Všechny jmenované minerály (kromě ilmenitu) vždycky provázejí kobaltin, ale kobaltin může být i samostatně. Zrudnění se vyskytuje pouze ve skarnu amfibolicko-pyroxenickém, v granátických faciích chybí. Sulfidické zrudnění není vázáno na výskyt magnetitu a ilmenitu v hornině a jednotlivé minerály se vyskytují často navzájem izolovaně jeden od druhého. Jako nejstarší minerál sulfidického zrudnění se jeví kobaltin, naopak minerály bismutu a zlato jsou evidentně mladší. Charakteristické struktury zrudnění jsou na obrázcích 1 a 2.

Kobaltin – a patrně ve větším množství než ve Svatouchu – byl již dříve znám také na blízké lokalitě Ruda u Čachnova, nacházející se 4 km vsv. od Svatouchu (HOFFMANN 1939, POLÁK 1950). Také zde se kromě několika druhů sulfidů vyskytovaly bismutin a bismut (NĚMEC 1965), ale v současné době je zde možno nalézt jenom ojedinělé

vzorky poměrně hustého magnetitového zrudnění se vzácně se vyskytujícími zrny pyrrhotinu a chalkopyritu. I na tomto výskytu kobaltin a další sulfidy přibývaly směrem do hloubky (cca 15 m) na úkor magnetitu (HOFFMANN 1939). Vzorky kobaltinového zrudnění se patrně nedochovaly. Z hlediska geneze zdejšího zrudnění stojí za pozornost dosti časté myrmekitické srůsty magnetitu s hedenbergitem (obr. 3).

Rešice

Lokalita se nachází v moldanubiku 14 km z. od Moravského Krumlova a cca 5 km j. od dukovanské jaderné elektrárny. Skarn je uložen v provrásněných gřohlských rulách na strmém severním břehu říčky Rokytne zhruba 1700 m jz. od obce. Ve skalních výchozech proti Valovu mlýnu vystupují pyroxenické partie skarnu, v nichž je vyvinuta poloha magnetitového zrudnění, dobývaná v 19. století. V bezprostředním nadloží této polohy je asi 1 m mocný drobnozrnný světlý diopsidový skarn s malými polohami bohatšími granátem, které vzhledem připomínají eklogit. Pravděpodobně v nich našel H. Ritter ze Zastávky u Brna vzorek s kobaltinem, uložený ve sbírkách Moravského zemského muzea v Brně.

Kobaltin tvoří malá zrníčka, provázená fialově červenými povlaky erytrinu (HOUZAR 2000). Podle zápisu na etiketě muzejního vzorku určil kobaltin rentgenograficky D. Němec a F. Čech identifikoval druhotné růžové povlaky, rovněž pomocí rtg.-analýzy, jako minerál vivianitové skupiny, což může být erytrin. Žádné jiné sulfidy nebo vzhledově podobné minerály zde již nikdy nalezeny nebyly.

V nábrusech dvou úlomků muzejního vzorku je skarn tvořený granátem, myrmekity pyroxenu s albitem a hustě rozptýleným velmi jemně až jemně zrnitým magnetitem, který často srůstá s ilmenitem. Zrnka kobaltinu jsou řídce roztroušena a jejich velikost nepřesahuje 1 mm. Podle EDX-mikroanalýzy obsahuje kobaltin nezanedbatelnou příměs Ni. V partiích s kobaltinem jsou řídce roztroušena mikroskopická zrníčka (0,005–0,060 mm) bismutu, bismutinu a sulfoteluridu Bi (obr. 4), který je podle kvantitativní elektronové mikroanalýzy joséit. Vzácně se vyskytuje také zlato. Minerály Bi jsou někdy lemovány sekundárními produkty oxidace (Bi-oxid, Bi-arsenát). Erytrin tvoří mikroskopické agregáty nebo častěji tenké žilky pronikající horninou. Podle elektronové mikroanalýzy jde o erytrin bohatý Ni.

Závěr

Obě lokality skarnů jsou sice situovány v rozdílných geologických jednotkách (ve svrateckém krystaliniku a v moldanubiku), ale paragenézi rudních minerálů mají velmi podobnou. Je možné, že při podrobnějším studiu jiných západomoravských skarnů se sulfidickou mineralizací se při užití moderních analytických metod ještě také objeví další mikroskopické minerály.

Literatura

- HOFFMANN, F. (1939): Bericht über ein Vorkommen von Kobaltes und Schwefelkies auf der Böhmischo-mährischen Höhe. – MS Čes. geol. služba – Geofond (P 2544/3).
- HOUZAR, S. (2000): Minerály skarnu v Rešicích na západní Moravě. – Minerál, 7, 4, 326–328. Brno.
- NĚMEC, D. (1962): Závěrečná zpráva lokality Svratouch, prospekce rud Co-Bi. – MS Čes. geol. služba – Geofond (P 14059).
- NĚMEC, D. (1963): Genetické typy primárních zlatonosných výskytů na Českomoravské vrchovině. – Čas. Morav. Mus., Vědy přír., 48, 53–57. Brno.

- NĚMEC, D. (1965): Die sulfidischen Erzminerale in westmährischen Skarngesteinen. – N. Jb. Miner., Abh., 102, 2, 189–220. Stuttgart.
- NĚMEC, D. (1966): Poznámky k výskytu molybdenitu a minerálů vizmutu ve skarnech Českomoravské vrchoviny. – Čas. Mineral. Geol., 11, 1, 67–69. Praha.
- NOVÁČEK, R. (1940): Výskyt kobaltinu na Českomoravské vysočině. – Věda přír., 20, 10, 308–309.
- POKORNÝ, J. (1960): Asociace sulfidů ve skarnu ze Svratouchu. – Vlastivěd. Sbor. Vysočiny, Odd. Věd přír., 4, 11–13. Jihlava.
- POLÁK, A. (1950): Ložiska železných rud severní části Českomoravské vysočiny. – MS Čes. geol. služba – Geofond (P 3278).

STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ VLIVU PLYNOPROPUSTNOSTI ZEMIN NA VÝSLEDNÉ KONCENTRACE RADONU V PŮDNÍM VZDUCHU

The relation of the gas permeability and the soil gas radon concentrations – the statistical approach

PETRA PACHEROVÁ – IVAN BARNET

Česká geologická služba, Klárov 3, 118 21 Praha 1

Key words: permeability, radon, soil gas radon concentrations, indoor radon concentrations

Abstract: The main parameters controlling the radon risk classification of building site and subsequently one of the factors affecting the resulting indoor radon concentrations are the volume radon concentrations and the permeability of soil and rock for gases. We have counted the mean values of the permeability, soil gas and indoor radon concentrations for the main rock types of the Czech Republic to examine the influence of the permeability on the resulting radon concentrations.

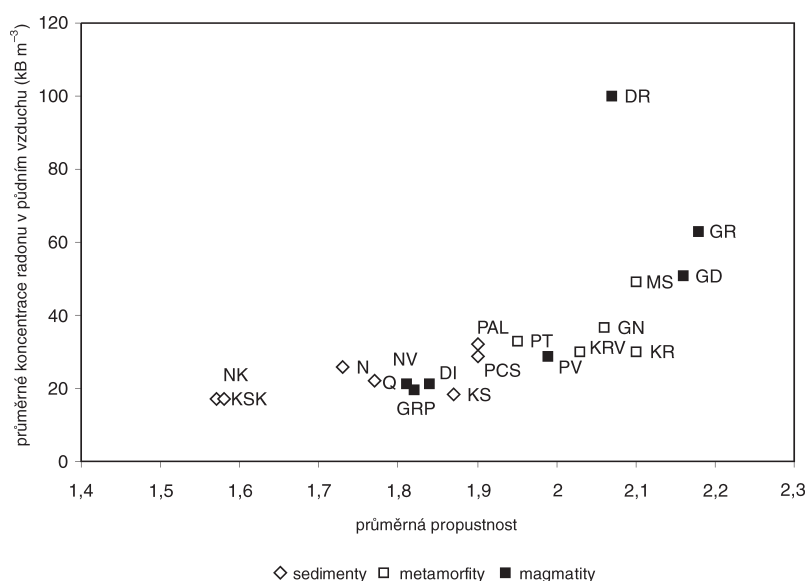
Radonový index pozemku je určen vyhodnocením dvou vstupních parametrů, objemové aktivity radonu (OAR) v půdním vzduchu a plynopropustnosti zemin. Plynopropustnost charakterizuje možnost šíření radonu a jiných plynů v zeminách. Pro účely stanovení radonového indexu pozemku pojem zemina zahrnuje jak zeminy (tedy produkt větrání hornin), tak i půdy (tj. svrchní horizonty větrání hornin s organickou substancí) a horniny skalního podkladu (NEZNAL et al. 2004). Plynopropustnost se určuje přímým měřením nebo odborným posouzením zemin (NEZNAL – NEZNAL 2005). Pro stanovení radonového indexu pozemku je plynopropustnost vyjádřena pomocí tří kategorií jako nízká (1), střední (2) a vysoká (3). Vlivem propustnosti na koncentraci radonu v půdním vzduchu a v objektech se zabývá řada prací (BARNET 1992, KEMSKI et al. 1996, MOSE et al. 1992). Cílem této práce bylo statistické vyhodnocení dosavadních měření radonu v České republice.

Základní statistické parametry pro hlavní horninové typy byly vypočteny z údajů radonové databáze České geologické služby a z databáze měření radonu v objektech Stát-

ního ústavu radiční ochrany. Radonová databáze České geologické služby obsahuje údaje o více než 9000 měřeních radonu v podláhách, mimo jiné lokalizační údaje ploch po 15 bodech, údaje o objemové aktivitě radonu a výsledné kategorii radonového indexu a propustnosti. Pomocí programu ArcGis 9.1 jsme podle geologické mapy v měřítku 1 : 500 000 vypočetli průměrné hodnoty koncentrací radonu pro hlavní horninové jednotky bez zohlednění různého stupně zvětrání v místech jednotlivých měření.

Výsledky

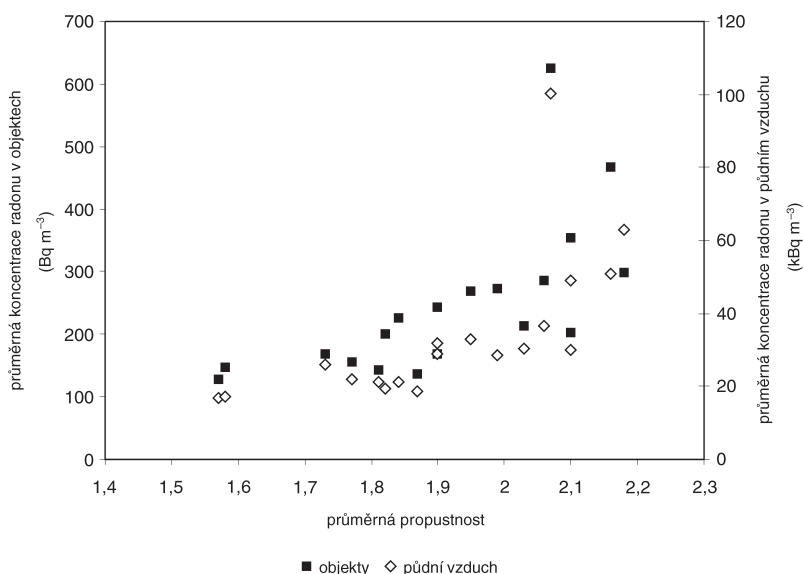
Z dostupných výsledků je patrné, že plynopropustnost zemin má významný vliv na koncentraci radonu v půdním vzduchu. Závislost koncentrace radonu v půdním vzduchu



Obr. 1. Závislost koncentrace radonu v půdním vzduchu na propustnosti (označení hornin v tab. 1).

Tabulka 1. Průměrné koncentrace radonu v půdním vzduchu a v objektech pro hlavní horninové jednotky České republiky

	značka	počet měření Rn v půdním vzduchu	průměrná propustnost	průměrná koncentrace Rn v půdním vzduchu (kBq m ⁻³)	počet měření Rn v objektech	průměrná koncentrace Rn v objektech (Bq m ⁻³)
diority, gabra	DI	43	1,84	21,14	410	226,73
kvartérní sedimenty	Q	2040	1,77	21,9	19418	155,06
mezozoické sedimenty – alpínsky zvrásněné	KSK	226	1,57	16,9	870	128,97
mezozoické sedimenty	KS	853	1,87	18,5	9524	135,64
moldanubikum, monot. série	KR	462	2,1	30	7094	203,22
moldanubikum, pestrá série	KRV	250	2,03	30,2	5415	212,92
ortoruly, granulity a migmatity	GN	220	2,06	36,7	2601	286,73
paleozoikum metamorfované	MS	145	2,1	49,2	1039	353,65
paleozoikum nemetamorfované	PAL	642	1,9	31,88	5037	243,74
permokarbonské sedimenty	PCS	260	1,9	28,9	4791	167,86
prevariské granitoidy	GRP	135	1,82	19,38	1364	200,17
proterozoické – paleozoické vulkanity	PV	167	1,99	28,6	1658	272,98
proterozoické – prevariské metamorfity	PT	659	1,95	32,9	5996	269,31
syenity, durbachity	DR	151	2,07	100,2	5651	624,5
terciérní sedimenty	N	346	1,73	25,9	1989	168,93
terciérní sedimenty – alpínsky zvrásněné	NK	241	1,58	17,15	1257	147,92
terciérní vulkanity	NV	67	1,81	21,4	582	142,84
variské granity	GR	371	2,18	63	6583	299,53
variské granodiority a tonality	GD	283	2,16	51	10936	468,24



Obr. 2. Porovnání závislosti koncentrací radonu v půdním vzduchu a v objektech na propustnosti zemín.

na propustnosti je znázorněná v obr. 1, kdy se vzrůstající průměrnou propustností se zvyšují i průměrné koncentrace radonu. Vliv propustnosti je nejméně významný v sedimentárních horninách, které mají také nejmenší procentuální podíl vysokého radonového indexu i nejnižší průměrnou OAR. Následují horniny metamorfované a největší vliv má propustnost na koncentraci radonu v magmatických horninách, které zároveň vykazují nejvyšší průměrnou OAR i nejvyšší procentuální podíl vysokého radonového indexu (BARNET et al. 2007).

Koncentrace radonu v objektech vykazují stejnou závislost na propustnosti jako koncentrace v půdním vzduchu (obr. 2). Z trendu stoupající koncentrace radonu v závislosti na stoupající propustnosti půdy výrazněji vybočují pouze syenity a durbachity, které vykazují jednoznačně nejvyšší

hodnoty koncentrací radonu v objektech i v půdním vzduchu (BARNET – FOJTÍKOVÁ 2007) při relativně nižší průměrné propustnosti. Nízká propustnost je způsobena vysokým podílem jílovité složky v půdním pokryvu durbachitů, který výrazně ovlivňuje míru propustnosti půdy pro plyny (PACHEROVÁ 2004). V tabulce 1 jsou shrnuty průměrné koncentrace radonu v půdním vzduchu a v objektech pro hlavní horninové jednotky České republiky.

Závěr

Z porovnání průměrných hodnot propustnosti a koncentrací radonu v půdním vzduchu u všech hlavních typů hornin České republiky vyplývá, že plynopropustnost zemín výrazně ovlivňuje jak koncentrace radonu v půdním vzduchu, tak následně i výsledné koncentrace v objektech. Posouzení plynopropustnosti by tedy mělo i nadále být součástí určování radonového indexu stavebního pozemku.

Literatura

- BARNET, I. (1992): Permeability and ²²²Rn concentration in soil gas – Case studies. In: I. BARNET, Ed.: Radon investigation in the Czech Republic, 3, 20–23. – Czech Geol. Surv. Prague.
- BARNET, I. – FOJTÍKOVÁ, I. (2007): Soil gas radon, indoor radon and gamma dose rate in the Czech Republic – contribution to geostatistical methods for European Atlas of Natural Radiations Proceedings of the 5th Conference on Protection Against Radon at Home and at Work, September 2007. – Czech Techn. Univ., Fac. Nuclear Sci. Physical Engng. Prague.
- BARNET, I. – PACHEROVÁ, P. – MATOLIN, M. (2007): Radon v geologickém podloží České republiky – mapy radonového indexu. – Bezpeč. jader. Energ., 15, 53.