

vých pseudomorfóz v naší hornině. Parentální magma studovaného vulkanitu bylo velmi pravděpodobně derivováno během spodnopermského extenzního gravitačního kolapsu parciálním tavením hornin subkontinentálního pláště metasomaticky obohaceného v důsledku subdukčních eventů v průběhu dřívějších fází variské orogeneze (srov. např. Awdankiewicz 2006). Postmagmatická alterace horniny byla spojena se silným obohacením o  $K_2O$  a vedla k rozsáhlé „adularizaci“. Obdobná postmagmatická „adularizace“ byla pozorována v permokarbonských vulkanitech vystupujících v širším okolí Krakova (např. Slaby 1987).

*Poděkování. Studium bylo podpořeno výzkumným záměrem MSM0021622427. Příspěvek je součástí projektu VENTS.*

## Literatura

AWDANKIEWICZ, M. (2006): Fractional crystallization, mafic replenishment and assimilation in crustal magma chambers: geochemical constraints from the Permian post-collisional intermediate-composition volcanic suite of the North-Sudetic Basin (SW Poland). – *Geologica sudet.* 38, 39–61.

- FEDELE, L. – BODNAR, R. J. – DE VIVO, B. – TRACY, R. (2003): Melt inclusion geochemistry and computer modeling of trachyte petrogenesis at Ponza, Italy. – *Chem. Geol.* 194, 81–104.
- MARTÍNEK, K. (2001): Orlická pánev. In: PEŠEK, J. et al.: *Geologie a ložiska svrchnopaleozoických limnických pánví České republiky, 194–197.* – Čes. geol. úst. Praha.
- MÍSAŘ, Z. – DUDEK, A. (1993): Some critical events in the geological history of eastern margin of the Bohemian Massif. – *J. Czech. Geol. Soc.* 38, 9–20.
- MRÁZEK, I. – REJL, L. (1979): Jaspisy a acháty z širšího okolí Moravské Třebové. – *Geol. Průzk.* 7, 218–220.
- SLABY, E. (1987): Adularization of plagioclases with accompanying processes in the rhyodacites from Zalas near Cracow. – *Arch. Mineral.* 42, 69–94.
- STÁRKOVÁ, M. (2000): Svrchní paleozoikum. Perm. In: ČECH, S. et al.: *Vysvětlivky k základní geologické mapě České republiky 1 : 25 000, list 24–122 Brněnec, 9–10.* – Čes. geol. úst. Praha.
- ŠEŠULKA, V. – KRMÍČEK, L. (2008): Využití pozemní Cs-magnetometrie při detailním geologickém průzkumu. In: KRMÍČEK, L. et al.: *Moravskoslezské paleozoikum 2008, 15.* – Masaryk. univ. Brno.
- ULRYCH, J. – PEŠEK, J. – ŠTĚPÁNKOVÁ-SVOBODOVÁ, J. – BOSÁK, P. – LLOYD, F. E. – SECKENDORF, V. VON – LANG, M. – NOVÁK, J. K. (2006): Permo-Carboniferous volcanism in late Variscan continental basins of the Bohemian Massif (Czech Republic): geochemical characteristics. – *Chem. Erde* 66, 37–56.
- VASICEK, W. (1991): Das Jungpaläozoikum von Zöbing. – *Exkursionen im Jungpaläozoikum und Mesozoikum.* – *Österr. Paläont. Ges.*, 3–21.

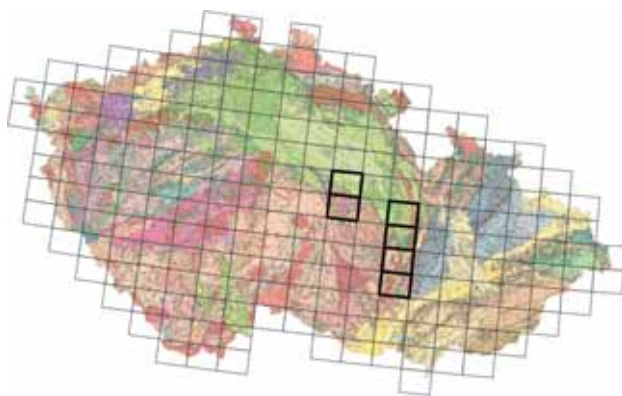
## Radon v kvartérních sedimentech na podloží s kontrastním radonovým indexem v oblasti Železných hor a české křídové tabule

### Radon in Quaternary sediments covering the geological basement with contrasting radon index (Železné hory pluton and Bohemian Cretaceous table)

PETRA PACHEROVÁ – IVAN BARNET

*Česká geologická služba, Klárov 3, 118 21 Praha 1; petra.pacherova@geology.cz, ivan.barnet@geology.cz*

(13-42 Pardubice, 13-44 Hlinsko, 14-34 Svitavy, 24-12 Letovice, 24-14 Boskovice, 24-32 Brno)



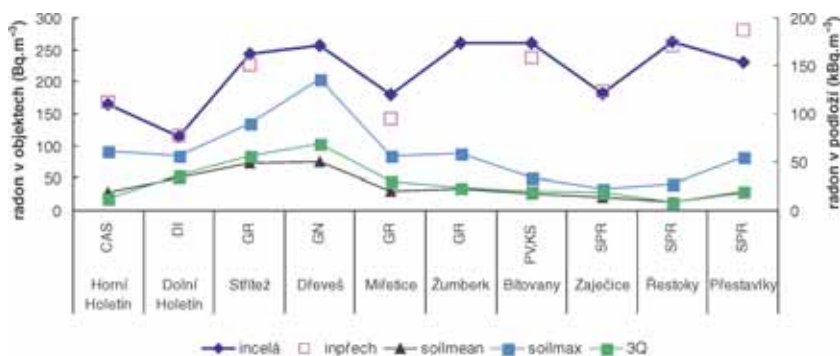
*Key words: radon in rock types, indoor radon, Quaternary sediments, correlation, Czech Republic*

*Abstract: The influence of geological basement on the soil gas and indoor radon concentrations measured on inhomogeneous Quaternary sediments was examined along rivers passing through heterogeneous geological basement with different radon index.*

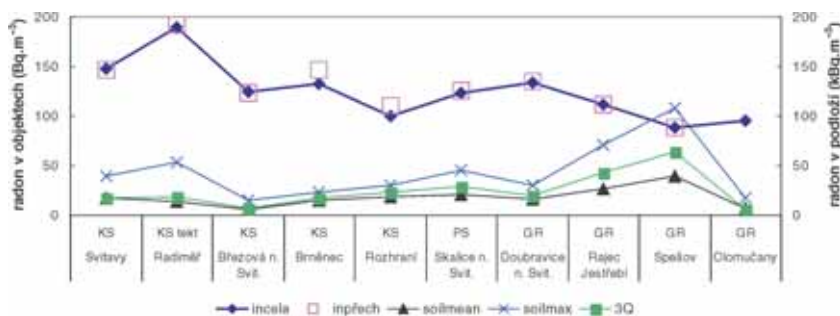
The results show high effect of the geological basement on the indoor radon concentrations measured on the Quaternary sediments and low effect of thickness and type of the sediments.

Téměř polovina obcí v Česku leží na podloží charakterizovaném přechodným radonovým indexem. Přechodný radonový index byl určen pro nehomogenní kvartérní sedimenty, u kterých byl předpokládán vliv laterálního transportu sedimentárního materiálu podél toku na výslednou objemovou aktivitu radonu (OAR). Srovnání získaných statistických parametrů z měření objemové aktivity radonu v kvartérních sedimentech s průměrnými hodnotami OAR v objektech v celé obci a v objektech situovaných pouze na kvartérních sedimentech umožní přesnější rozčlenění přechodného radonového indexu v závislosti na hlubším horninovém podloží. Následně umožní efektivnější vyhledávání obcí se zvýšenou pravděpodobností vysokých hodnot radonu naměřeného v objektech.

Detailnější rozčlenění dosavadní kategorie přechodného radonového indexu v obcích situovaných na radonově kontrastních typech geologického podloží poskytne podklady pro tvorbu novelizace metodiky měření radonového indexu podloží pro novou výstavbu z roku 2004 (Nezval et al.



Obr. 1. Vztah objemové aktivity radonu v kvartérních sedimentech v profilu a objemové aktivity radonu v objektech podél Ležáku. Vysvětlivky a kódy hornin viz tab. 1.



Obr. 2. Vztah objemové aktivity radonu v kvartérních sedimentech a objemové aktivity radonu v objektech v profilu podél Svitavy. Vysvětlivky a kódy hornin viz tab. 2.

2004) a vytvoření nového typu pravděpodobnostních map radonového indexu např. pro informovanost stavebních úřadů.

## Postup řešení

Na základě odkryté geologické mapy ČR v měřítku 1 : 500 000 (Cháb et al. 2007) bylo vybráno území pro provedení terénních měření radonu v kvartérních sedimentech charakterizovaných přechodným radonovým indexem na profilech podél vodních toků, protínajících radonově kontrastní typy geologického podloží. Dalším důležitým kritériem výběru měřených ploch byl kromě kontrastního geologického podloží i dostatečný počet měření OAR v objektech v intravilánech obcí. Průměrná hodnota radonu v objektech na území celé obce zahrnuje veškerá dostupná měření OAR z databáze SÚRO (Státní ústav radiální ochrany). S výjimkou několika obcí byl počet měření vždy větší než deset. Měření radonu z podloží byla provedena podle platné metodiky (Neznal et al. 2004), vždy 15 bodových měření na jedné ploše, počet ploch byl limitován finančním objemem zakázky. Výběr obcí byl proveden pomocí programu ArcGIS 9.3.

Z hlediska průběhu vodních toků bylo vybráno území s. a sv. svahu Železných hor v prostoru mezi městy Chrudim a Litomyšl (profile podél toku Ležáku, Žejbra a na něj navazující vodoteč Raná a podél toku Desné). Další měření pokryla tok řeky Svitavy v úseku mezi Svitavami a Olomučany j. od Blanska. Jako příklad vlivu hlubšího geologického podloží na výsledné hodnoty radonu v objektech jsou

zde z provedených měření uvedeny profile podél Ležáku a Svitavy.

Z hlediska regionální charakteristiky radonového indexu převažuje v pramenných oblastech a na horním toku Ležáku střední radonový index na podloží metamorfovaných hornin a vysoký radonový index na podloží granitoidů, tok Svitavy je charakterizován opačným pořadím – pramenná oblast a horní tok nízkým radonovým indexem a střední partie toku v paleozoických sedimentech a granitoidech brněnského plutonu středním radonovým indexem.

Profil podél Ležáku (měření mezi obcemi Přestavky a Horní Holetín) zastihuje v s. části sedimenty české křídové pánve (z kvartérních sedimentů jsou zde hodně spraše), ve střední části prochází železnohorským plutonem a metamorfovanými horninami patřícími k moldanubiku a je zakončen na metamorfitech hlinské zóny. Metamorfované horniny mají především střední radonový index, granity a granodiority střední až vysoký radonový index a u sedimentů české křídové pánve převažuje nízký až střední radonový index.

Profil vedoucí podél toku Svitavy se nachází na kontaktu české křídové pánve s boskovickou brázdou a brněnským masivem. Z hlediska převládajícího radonového indexu mají sedimentární horniny české křídové pánve převážně nízký až střední radonový index, permokarbonské sedimenty boskovické brázdy převážně střední radonový index a granity a granodiority střední až vysoký radonový index.

## Výsledky

Na profilu podél toku Ležáku bylo mezi obcemi Horní Holetín a Přestavky byly výsledky z celkem deseti měření objemové aktivity radonu porovnány s hodnotami radonu v objektech na celém území obce a na území charakterizovaném přechodným radonovým indexem (viz tab. 1).

Na profilu podél toku Ležáku se první výraznější nárůst hodnot objemové aktivity radonu v objektech i v kvartérních sedimentech projevuje v úseku protínajícím granitoidy železnohorského plutonu mezi Stříteží a Dřeveš. Variské granitoidy jsou tvořeny křemennými diority a tonality, v druhé jmenované lokalitě tvoří podloží migmatity na přechodu do dvojslídnych granitů. Ke zvýšeným hodnotám radonu přispívá i intenzivní tektonické porušení granitoidů. Zvýšené hodnoty objemové aktivity radonu v objektech na posledních třech lokalitách jsou pravděpodobně způsobeny výskytem spraší. Vzhledem k blízkosti výchozů metamorfity a granitoidů na svahu a vrcholových partiích Železných hor je možné uvažovat o původu sprašového materiálu právě z těchto oblastí.

Na profilu Ležák se stejně jako na předchozích měřených

Tabulka 1. Výsledky měření hodnot objemové aktivity radonu v kvartérních sedimentech (průměr – **soilmean**, maximum – **soilmax**, 3. kvartil – **3Q** – vše v kBq.m<sup>-3</sup>) a objemové aktivity radonu v objektech (průměr z celého území obce – **incelá** a z území ležícího pouze na přechodném indexu – **inpřech** – Bq.m<sup>-3</sup>) na profilu Ležák

num	lokalita	podloží	x	y	incelá	inpřech	soilmean	soilmax	3Q
1	Horní Holetín	CAS	-639374	-1089220	164,3	168,8	19,3	60,7	12,8
2	Dolní Holetín	DI	-639861	-1086877	114,2	116,3	33,3	55,7	36,6
3	Střítež	GR	-640484	-1086718	244,2	226	49	90,3	56,6
4	Dřeveš	GN	-640394	-1084550	256		49,8	136	69,3
5	Miřetice	GR	-641588	-1083200	179,2	142,8	19,5	56,5	29,8
6	Žumberk	GR	-643283	-1080290	259,7		22	59,3	24,2
7	Bítovany	PV, KS	-642996	-1077909	260	238	18,1	33,6	19,5
8	Zaječice	SPR	-641944	-1075706	182	184,9	14,2	22,8	18,4
9	Řestoky	SPR	-639075	-1074505	262,5	256,4	8,2	27,2	8,4
10	Přestavky	SPR	-638497	-1074020	230,6	281,7	18,2	55,1	20,6

kódy hornin: CAS – metamorfity paleozoika, DI – diority, GR – granity, PV, KS – metaryolity a křídové sedimenty, SPR – spraše

Tabulka 2. Výsledky měření hodnot objemové aktivity radonu v kvartérních sedimentech (průměr – **soilmean**, maximum – **soilmax**, 3. kvartil – **3Q**, vše v kBq.m<sup>-3</sup>) a objemové aktivity radonu v objektech (průměr z celého území obce – **incelá** a z území ležícího pouze na přechodném indexu – **inpřech**, Bq.m<sup>-3</sup>) na profilu Svitava

num	lokalita	podloží	x	y	incelá	inpřech	soilmean	soilmax	3Q
1	Svitavy	KS	-601499	-1099301	148,1	146	17	39	17,8
2	Radiměř	KS tekt	-603944	-1104551	189,4	191,6	14,5	53,6	18,4
3	Březová nad Svitavou	KS	-601051	-1108373	123,9	122,9	6,1	15,6	6,4
4	Brněnec	KS	-599338	-1109941	132	146,9	15,4	23,6	17,4
5	Rozhraní	KS	-598121	-1117523	100,1	110	18,7	30,5	23
6	Skalice nad Svitavou	PS	-593855	-1130110	123,4	125,5	20,8	45,3	28,5
7	Doubravice nad Svitavou	GR	-594242	-1134182	134,3	135	15,7	29,9	20,1
8	Rájec-Jestřebí	GR	-593766	-1137447	111,5	111,5	26,4	70,6	43,4
9	Spešov	GR	-593894	-1139757	88,8	88,8	39,9	108	63,6
10	Olomučany	GR	-592923	-1145297	95,7		6,6	17,4	5,9

kódy hornin: KS – křídové sedimenty, KS tekt – křídové sedimenty s vlivem lokální tektoniky, PS – permokarbonské sedimenty, GR – kadomské granitoidy brněnského plutonu

profilech na kontaktu středočeského plutonu s moldanubickými metamorfity a ostrovní metamorfovanou zónou (Pacherová – Barnet 2009) projevíly velmi malé rozdíly mezi hodnotami objemové aktivity radonu v objektech z celé obce a z výběru objektů na přechodném radonovém indexu v kvartérních sedimentech. Grafické znázornění naměřených hodnot je na obr. 1.

Ke stejným závěrům vedlo i srovnání naměřených hodnot na profilu podél toku Svitavy (měření na deseti lokalitách mezi obcemi Svitavy a Olomučany, viz obr. 2). Výsledky jsou uvedeny v tab. 2.

Na profilu Svitava se výraznější nárůst hodnot objemové aktivity radonu v podloží i v objektech projevuje v katastru obce Radiměř. Podloží je zde tvořeno křídovými sedimenty turonu, které jsou významně tektonicky porušeny. Lokality směrem po toku Svitavy situované v křídových sedimentech se vyznačují nižšími hodnotami objemové aktivity radonu jak v objektech, tak v podloží. Další nárůst

hodnot je patrný v úseku toku protínajícího permské sedimenty a kadomské granitoidy brněnského plutonu. Na lokalitě Spešov byla plocha měření situována na významné tektonické linii v kadomských granitoidech, zatímco měřené objekty jsou v katastru situovány na podloží křídových sedimentů. Tím lze vysvětlit relativně vysoké hodnoty objemové aktivity radonu v podloží. Disproporce mezi trendem objemové aktivity radonu v objektech a v kvartérních sedimentech na lokalitě Olomučany je způsobena extrémně nízkou propustností na měřené ploše. Kadomské granitoidy brněnského plutonu se navíc vyznačují podstatně nižšími hodnotami koncentrací uranu ve srovnání s mladšími varietskými granitoidy a jsou proto označeny střední kategorií.

Na všech měřených lokalitách profilu Svitava se projevíly minimální rozdíly průměrných hodnot objemové aktivity radonu v celé obci a v objektech situovaných pouze na kvartérních sedimentech. Tyto hodnoty nejlépe korelují s maximy objemové aktivity v kvartérních sedimentech.

## Závěry

Minimální rozdíly mezi průměrnou objemovou aktivitou radonu v měřených objektech v celé obci a objemovou aktivitou radonu v objektech na přechodném radonovém indexu ukazuje na podstatně menší vliv heterogenity kvartérních sedimentů a laterálního transportu sedimentárního materiálu podél toku na výsledné hodnoty objemové aktivity radonu, než bylo předpokládáno při konstrukci map radonového indexu geologického podloží 1 : 50 000. Ze sledovaných statistických parametrů měření radonu na podloží kvartérních sedimentů nejlépe kopírují trend průměrných hodnot radonu v objektech maximální hodnoty objemové aktivity radonu v podloží. Lze proto předpokládat, že výsledná úroveň objemové aktivity radonu v jednot-

livých objektech citlivě reaguje na přítomnost pozitivních výchytek radonu v podloží i v měřítku jedné sledované plochy. Výskyt maximální odlehle hodnoty v podloží se může stát jedním z kritérií pro připravovanou novelizaci klasifikace radonového indexu podloží.

## Literatura

- CHÁB, J. – STRÁNÍK, Z. – ELIÁŠ, M. (2007): Geological map of the Czech Republic 1 : 500 000. – Czech Geol. Survey, Prague.
- NEZNAL, M. – NEZNAL, M. – MATOLÍN, M. – BARNET, I. – MIKŠOVÁ, J. (2004): The new method for assessing the radon risk of building sites. – Czech Geol. Surv. Spec. Pap. 16, 48 s.
- PACHEROVÁ, P. – BARNET, I. (2009): Vliv hlubšího geologického podloží na koncentraci radonu v kvartérních sedimentech. – Zpr. geol. Výzk. v Roce 2008, 183–185.

## Geochemie a mineralogie platinoidů v chromitových rudách z ložiska Centralnoje I, Polární Ural, Rusko

### Geochemistry and mineralogy of PGE in chromites from the Centralnoye I deposit, Polar Urals, Russia

JAN PAŠAVA<sup>1</sup> – ILJA KNĚSL<sup>1</sup> – ANNA VYMAZALOVÁ<sup>1</sup> – IVAN VAVŘÍN<sup>1</sup> – LJUDMILA IVANOVNA GURSKAJA<sup>2</sup> – LEONID RUSLANOVIČ KOLBANCEV<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Česká geologická služba, Klárov 3, 118 21 Praha 1

<sup>2</sup> Všeruský geologicko-výzkumný ústav A. P. Karpinského, Vasiljevskij ostrov, Srednij Prospekt 74, St. Peterburg, Rusko

*Key words:* platinum-group elements, platinum-group minerals, chromite, ophiolites, Centralnoye I deposit, Polar Urals

*Abstract:* The region of the Polar Urals (Russia) is known for occurrences of large Cr-bearing massifs. We present the new data on platinum group elements geochemistry and mineralogy in chromite ores from various orebodies of the Centralnoye I deposit including host dunite. The deposit is located within the Ray-Iz ultramafic massif that belongs to the Ural ophiolite belt. Anomalous IPGE values indicate the predominance of Ir-Os-Ru-bearing phases among the platinum group minerals (PGM) assemblage that is typical of mantle-hosted ophiolitic chromite ores. Low Pt values in chromites and increased Pt values in host dunites could reflect the presence of cumulus PGM grains. The most abundant platinum-group mineral in studied chromite is erlichmanite (up to 15 µm). Less common are cuproiridsite (up to 5 µm), irarsite (up to 4–5 µm) and laurite (up to 4 µm). Predominant sulphide is heazlewoodite, in intergrowth with Ni-Fe alloys, sporadically with pentlandite, and rarely with pure nickel. Considering average PGE values and estimated Cr-ore resources, the Centralnoye I deposit can be considered as an important resource of PGE.

Rok 2009 byl posledním rokem společného grantu České geologické služby (ČGS) a Všeruského geologicko-výzkumného ústavu A. P. Karpinského (VSEGEI), realizovaného v rámci programu KONTAKT/MŠMT (ME-935) na téma frakcionace prvků skupiny platiny v různých geologických prostředích na Polárním Uralu (Ruská federace). Aktivity na projektu byly soustředěny na detailní mineralogicko-geochemické studium Cr-rud z ložiska Central-

noje I, které se ukázalo z hlediska výskytu kovů skupiny platiny jako nejperspektivnější.

Ložisko Centralnoje I je součástí ofiolitového komplexu na Polárním Uralu. Ofiolitové komplexy jsou hostitelským prostředím všech významných ložisek Cr-rud na Uralu. Kromě ložiska Centralnoje I jsou to ložiska Centralnoje II, Západnoje, Engaj, Sklonovoje a Rybij Chvost v masivu Raj-Iz (Gurskaja et al. 2004, Kenig et al. 2004), nebo gigantické Cr-ložisko Kempirisaj v Kazachstánu (Distler 2008). Platinové kovy v chromitech masivu Raj-Iz studovali po stránce geochemické a mineralogické Volčenko (1990), Gurskaja (1995), Gurskaja et al. (2004) a další. Studium chromitových vzorků z jv. části ložiska Centralnoje II (rudní těleso č. 31) potvrdilo významné koncentrace iridiové skupiny platinových kovů (Ir, Os a Ru) s výskyty minerálů platinových kovů (Garuti et al. 1999) a zlata (Kojonen et al. 2003).

V tomto příspěvku popisujeme nově dosažená geochemická a mineralogická data z chromitových těles ložiska Centralnoje I, která jsou porovnána s předchozími výsledky ze sousedního ložiska Centralnoje II, a navazujeme na předchozí výzkum Pašavy et al. (2009a, b).

## Geologie chromitového ložiska Centralnoje I

Cr-ložisko Centralnoje I leží v jz. části ultramafického masivu Raj-Iz (tvořeného převážně dunitu a harzburgity)