

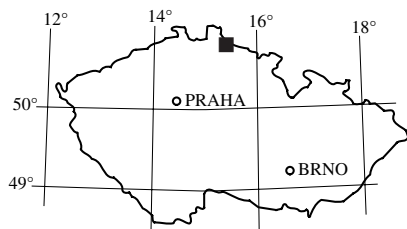
## RADONOVÉ MĚŘENÍ NA LABSKÉ A PANČAVSKÉ LOUCE V KRKONOŠÍCH

## Radon measurement on the Labská and Pančavská louka in the Krkonoše Mts.

JIŘÍ DOHNAL – ZDENĚK JÁNĚ

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, oddělení užité geofyziky, Albertov 6, 128 43 Praha 2

(03-23 Harrachov)



**Key words:** Krkonoše-Jizera granite massif, geophysics, radon measurement, radon risk

**Abstract:** Within the framework of the project “The complex analysis of the long term changes of Krkonoše tundra” the complex geophysical research is being realized in the western Krkonoše area since 2000. In the year 2003 the main part of the exploration consisted in radon measurement in the area of Labská and Pančavská louka. An area of 1500 × 2500 m was explored in the net 300 × 300 m by means of RDA 200 (Scintrex) instrument. The volume-activity ( $c_A$ ) determination of radon  $^{222}\text{Rn}$  and  $^{220}\text{Rn}$  was conducted on three points at each station, the soil gas was pumped from a depth of 50 cm. The locality lies within the Krkonoše-Jizera granite massif and its bedrock in the northern part is formed by medium- to fine- grained biotite granite and in the southern part by porphyric and medium- grained biotite granite. The geophysical research proved the high volume-activities of radon  $^{222}\text{Rn}$  (simple average  $260 \text{ kBq} \cdot \text{m}^{-3}$ ) as well as  $^{220}\text{Rn}$  (simple average  $145 \text{ kBq} \cdot \text{m}^{-3}$ ) throughout the explored area. The extreme activity of  $^{222}\text{Rn}$  reaches a value of  $902 \text{ kBq} \cdot \text{m}^{-3}$ . The corresponding, re-counted average concentration of uranium in the granite bedrock is 18 ppm, the topmost one is approximately 60 ppm. Maxima of  $^{222}\text{Rn}$  and  $^{220}\text{Rn}$  volume-activities are probably linked with contact zones between different-grained granite types. The prominent zone of high activities intersects the locality in NW-SE direction (Fig. 1).

V rámci projektu „Komplexní analýza dlouhodobých změn krkonošské tundry“, financovaného MŽP ČR, provádí oddělení užité geofyziky PŘF UK Praha od roku 2000 komplexní geofyzikální výzkum lokality Labská louka. V roce 2003 tvořilo základní část prací plošné měření pro stanovení objemové aktivity  $c_A$  radonu  $^{222}\text{Rn}$  a  $^{220}\text{Rn}$  v prostoru Labské a Pančavské louky (DOHNAL et al. 2003).

### Geologická situace

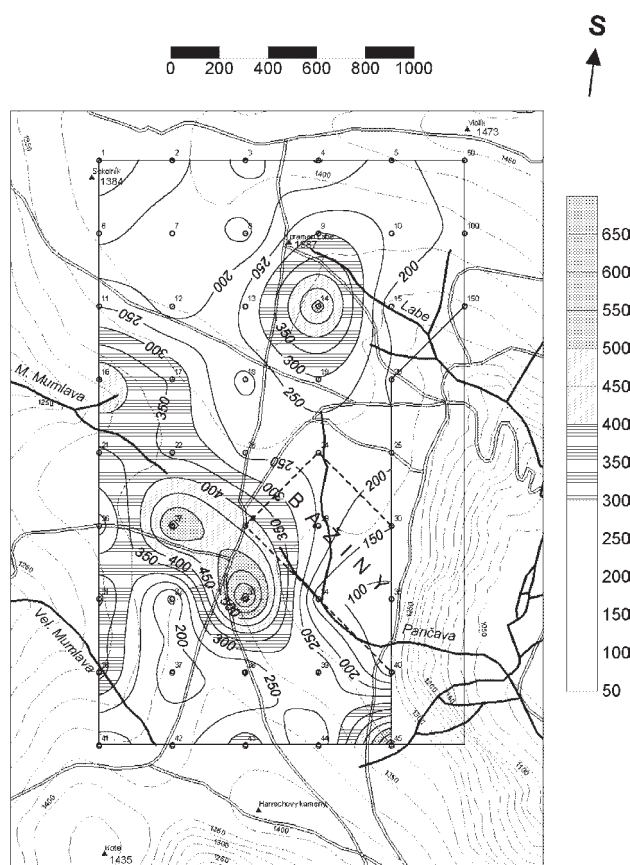
Lokalita se nachází v centrální části krkonoško-jizerského krystalinika – při j. okraji variského krkonoško-jizerského plutonu, který intrudoval do prekambriických hornin, tvořících jeho plášť (CHALOUPSKÝ et al. 1989). Skalní podloží větší části Labské louky tvoří středně zrnitá biotitická žula,

do níž od V zasahuje jazykovitý výběžek drobnozrnité biotitické žuly. Skalní podklad Pančavské louky buduje převážně porfyrická biotitická žula, její s. a sv. část opět středně zrnitá biotitická žula.

Pokryvnými útvary jsou převážně svahové sedimenty smíšeného charakteru, v blízkosti vodních toků se nacházejí i uloženy fluviodeluvialní a fluvialní, v prostoru hraničního hřebene i kamenité až blokové sutě. Specifickou formou pokryvu jsou rašeliny. Mocnost pokryvu je proměnlivá, v závislosti na charakteru a intenzitě periglaciálních zvětrávacích a dalších procesů se může pohybovat od jednotek do desítek metrů. Proměřená plocha je situována v rozmezí nadmořských výšek 1300 až 1450 m.

### Metodika měření a zpracování dat

Plošné měření pro stanovení objemové aktivity  $c_A$  radonu  $^{222}\text{Rn}$  a  $^{220}\text{Rn}$  bylo prováděno v srpnu 2003. Na rozdíl od srážkově nadprůměrného roku 2002 byl rok 2003 naopak



Obr. 1. Mapa izolinií objemové aktivity  $^{222}\text{Rn}$  v prostoru Labské a Pančavské louky.

extrémně suchý, což umožnilo provést odběry půdního vzduchu na většině plánovaných stanovišť. Celé měření vykrylo přibližně obdélný prostor o rozměrech 1,5 × 2,5 km, zahrnující Labskou louku (na severu od hranice s Polskem) a Pančavskou louku (po Harrachovy kameny na J). Jednotlivá stanoviště byla situována v síti 300 × 300 m (obr. 1). Na každém stanovišti byla provedena tři stanovení objemové aktivity  $^{222}\text{Rn}$  a  $^{220}\text{Rn}$  v bodech vzdálených od sebe přibližně 10 m. Celkem bylo proměřeno 43 stanovišť, v širším okolí pěti plánovaných stanovišť nebylo možné měření realizovat, neboť se nepodařilo nasát půdní vzduch (hladina podzemní vody zde byla bezprostředně pod povrchem). Pro měření byl použit emanometr RDA 200 firmy Scintrex, navigace na stanoviště byla realizována systémem GPS. Vzhledem k malým mocnostem půdního horizontu byl půdní vzduch k proměření odebírán standardně z hloubky 50 cm. Propustnost byla na převážné části území vysoká (eluvium granitoidních hornin), výjimkou byly části plochy pokryté bažinami.

Měření bylo prováděno odečtem počtu impulzů v časových intervalech 1, 2 a 3 minuty po nasátí půdního vzduchu do měřícího systému (Lucasovy komory). Z naměřených hodnot byly stanoveny objemové aktivity  $c_A^{222}\text{Rn}$  a  $^{220}\text{Rn}$  a z těchto hodnot vypočítán i jejich podílový koeficient R:  $R = 100 * (^{222}\text{Rn}) / (^{222}\text{Rn} + ^{220}\text{Rn})$  (%). Tento podíl bývá charakteristický pro různé typy hornin. Z hodnot objemové aktivity  $c_A^{222}\text{Rn}$ ,  $c_A^{220}\text{Rn}$  a koeficientu R na jednotlivých bodech byl pro každé stanoviště spočítán aritmetický průměr a medián. Byly sestaveny mapy izolinií aritmetických průměrů  $c_A^{222}\text{Rn}$ ,  $c_A^{220}\text{Rn}$  a R a mapy izolinií maximálních hodnot  $c_A^{222}\text{Rn}$  a  $c_A^{220}\text{Rn}$  na stanovištích.

### Objemová aktivita radonu a koncentrace uranu

Rozmezí hodnot objemových aktivit  $c_A$  radonu  $^{222}\text{Rn}$  činí v proměřené ploše 36 až 902 kBq · m<sup>-3</sup>, aritmetický průměr ze všech měření je 260 kBq · m<sup>-3</sup> a medián 211 kBq · m<sup>-3</sup>. Rozmezí hodnot  $c_A^{220}\text{Rn}$  (thoron) je 21 až 319 kBq · m<sup>-3</sup>, aritmetický průměr 145 kBq · m<sup>-3</sup> a medián 138 kBq · m<sup>-3</sup>. Rozmezí hodnot podílového parametru R se pohybuje od 23 do 92 %, aritmetický průměr je 61 % a medián 64%, což ukazuje na zvýšené koncentrace U oproti Th.

Objemové aktivity radonu  $^{222}\text{Rn}$  jsou v téměř celém území vysoké, místy až extrémně vysoké. Pro intervaly koeficientů difuze „k“ (0,2 až 0,5) a propustnosti „p“ (0,2 až 0,5) byly přibližně spočítány koncentrace U (ppm), které by byly ve standardních podmínkách příčinou zjištěných vysokých hodnot  $c_A^{222}\text{Rn}$ . Pro střední hodnotu  $c_A$  rovnající se 260 kBq · m<sup>-3</sup> by se koncentrace uranu pohybovaly mezi 3,2 a 20,2 ppm. Pro průměrné hodnoty „k“ a „p“ by koncentrace uranu byla 8,1 ppm. Starším terénním měřením spektrometrie gama byly v typově podobných granitoidních horninách v blízkém okolí lokality (měření na lokalitě nebylo dosud provedeno) zjištěny koncentrace uranu 8,0 ppm (MATOLÍN et al. 2000). Podle laboratorních gama-spektrometrických měření jsou průměrné koncentrace uranu v krkonošských granitoidních rozdílné v závislosti na zrnitosti horniny a činí 5,2 ppm v porfyrických granitoid-

dech, 10,2 ppm ve středně zrnitých žulách a 7,7 ppm v drobnozrnitých žulách (ONDRA – HANÁK 2002). Průměrná koncentrace uranu v krkonošských žulách podle chemických analýz je udávána 11,1 ppm (POKORNÝ in CHALUPSKÝ et al. 1989). Výše odhadnuté koncentrace uranu byly vypočítány na základě stanovení objemových aktivit radonu, kdy naměřené hodnoty jsou ovlivněny pokrývnými útvary. Při hodnocení vypočítaných  $c_A$  je třeba vzít do úvahy, že odběr půdního vzduchu byl proveden z hloubky 50 cm oproti standardní hloubce 80 cm. Testovací měření na jiných lokalitách prokázala, že pro přepočítání na standardní hloubku je nutné příslušné hodnoty zvýšit 2,25 až 2,6krát (MATOLÍN 1998). Z toho vyplývá, že v proměřeném území se koncentrace uranu ve skalním žulovém podkladu pohybuje v průměru okolo 18 ppm. Zvláštním případem je naměřená maximální hodnota  $c_A^{222}\text{Rn}$ , která byla 902 kBq · m<sup>-3</sup> (stanoviště 16 v blízkosti Malé Mumlavy). Při použití průměrných hodnot „k“ a „p“ je odpovídající koncentrace uranu 28,0 ppm a po opravě na hloubku odběru pak okolo 60 ppm. Takto vysoký obsah uranu lze vysvětlit lokální přítomností uranové mineralizace.

### Plošná distribuce radonu

V mapě izolinií průměrných (obr. 1) i maximálních objemových aktivit  $c_A^{222}\text{Rn}$  je patrný pruh velmi vysokých hodnot, který probíhá ve směru SZ-JV (stanoviště 16, 27, 33, 39 a 45). V jihovýchodní části sleduje tento pruh kontakt středně zrnitých žul na SV s porfyrickými žulami na JZ, sz. směrem pokračuje do oblastí středně zrnitých žul (stanoviště 16). Vysoké hodnoty  $c_A^{222}\text{Rn}$  byly zjištěny také na stanovišti 14 (zvýšené hodnoty i na stanovištích 9 a 19), které je situované v místech kontaktu středně a drobnozrnitých žul, a na stanovištích 31 a 36, kde skalní podloží tvoří porfyrické žuly.

Výše uvedený anomální pruh směru SZ-JV se projevuje i vysokými objemovými aktivitami  $c_A^{220}\text{Rn}$ , další maximum  $c_A^{220}\text{Rn}$  bylo zachyceno v blízkosti hranice s Polskem (stanoviště 3 a 4), opět nedaleko kontaktu středně zrnitých žul s porfyrickými. Maxima poměrového parametru R prakticky kopírují vysoké hodnoty  $c_A^{222}\text{Rn}$ .

### Závěr

Závěrem lze konstatovat, že celá proměřená plocha lokalit Labská a Pančavská louka vykazuje vysoký radonový index a v případě stavební činnosti by šlo o kategorii území s vysokým radonovým rizikem. Maxima objemových aktivit  $^{222}\text{Rn}$  i  $^{220}\text{Rn}$  jsou zde pravděpodobně vázána na kontaktní zóny mezi různě zrnitými typy granitů.

Příspěvek byl připraven s podporou Výzkumného záměru MŠMT č. CEZ: J13/98: 113 100 006.

### Literatura

DOHNAL, J. – JÁNĚ, Z. – KNĚZ, J. – VILHELM, J. – ZIMA, L. (2003): Komplexní geofyzikální výzkum na lokalitách Labská louka, Pančavská