

RADONKONCENTRÁCIÓ DINAMIKÁJÁNAK ÉS FORRÁSAINAK VIZSGÁLATA BUDAI-HEGYSÉGI BARLANGOKBAN

Doktori kutatás

Nagy Hedvig Éva
ELTE TTK
Környezettudományi Doktori Iskola

Témavezetők:

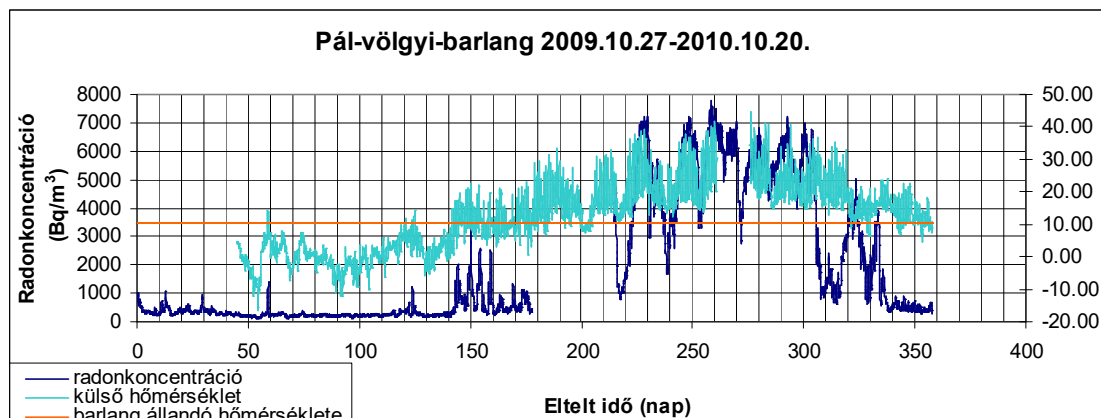
Dr. Horváth Ákos
ELTE TTK, Atomfizikai Tanszék
Szabó Csaba, Ph.D.
ELTE TTK, Közettani és Geokémiai Tanszék, Litoszféra Fluidum Kutató Labor

Az ELTE TTK Környezettudományi Doktori Iskolájában folyó hároméves kutatás első másfél évében a Pál-völgyi-barlangban kezdődtek meg a radonkoncentráció dinamikájának és forrásának feltárására irányuló vizsgálatok.

Radonkoncentráció dinamikája

2009. október 27-től a barlang kiépítetlen részén a Nagy-fal közelében egy radonmonitor óránként rögzíti a radonkoncentráció, a hőmérséklet, a páratartalom és a légnyomás értékeit. Ezzel párhuzamosan a barlangon kívül a barlangot kiszolgáló épület előtetőjén elhelyezett meteorológiai állomás segítségével a külső hőmérséklet, páratartalom, légnyomás, szélsébség, szélirány és csapadékmennyiség értékeit is egyórás integrációs időközzel monitorozzuk. A vizsgálat első félévében a barlangon belül, a Tyúklétra alatt elhelyezett meteorológiai állomás is rögzítette ugyanezeket a paramétereket, de mivel az első félév eredményei alapján a barlangi radonkoncentráció értékét a külső hőmérséklet befolyásolja döntően, ezen a helyszínen a meteorológiai paraméterek rögzítését csak időszakosan végezzük (1. ábra).

Az egyéves adatsor alapján a levegő radonkoncentrációja a barlangban a külső hőmérséklet értékétől függ. Ha a külső hőmérséklet meghaladja a barlang állandó hőmérsékletét (vizsgálataink alapján abban a pontban ahol a radon monitort elhelyeztük, a hőmérséklet átlagos értéke 10,2 °C) a levegő a barlangból kifelé áramlik, így a barlangban megnő a levegő radonkoncentrációja. Fordított esetben, azaz télen, ha a barlangban a hőmérséklet nagyobb, mint a külső hőmérséklet, kívülről befelé áramlik a levegő, így kisebb radonkoncentrációjú levegő áramlik a barlangba.



1. ábra: A barlangi levegő radonkoncentrációja (sötétkék) és a külső levegő hőmérséklete (világoskék) 2009. október 27. és 2010. október 20. között. A narancssárga vonal a barlang állandó hőmérsékletét jelzi a vizsgált időszakban (10,2 °C)

A mérés első 140 napjában (októbertől márciusig) a radonkoncentráció értéke csak 2-3 esetben haladta meg az 1000 Bq/m^3 -t. A 140. naptól kezdve megkezdődik a nyári időszakra jellemző intenzív radonkoncentráció növekedés. Sajnos az adatsor a 200. nap körül (május) hiányos (műszaki okok miatt a májusi adatok elvesztek). A 220. és 340. nap között (júniustól októberig) figyelhetők meg a legnagyobb értékek $\sim 1000\text{--}8000 \text{ Bq/m}^3$ között. A 340. naptól (október) újra 1000 Bq/m^3 alatt marad a radonkoncentráció értéke. A közel egyéves mérés során a radonkoncentráció $\sim 100\text{--}7800 \text{ Bq/m}^3$ között változott, értéke egyszer sem érte el a 0 Bq/m^3 -t, rövid időn belül (10 nap) akár 6000 Bq/m^3 -t is változott, szórása: 2292 Bq/m^3 . A radonkoncentráció átlagos értéke a vizsgált pontban a közel egy éves mérés alatt 1918 Bq/m^3 volt, összevetve ezt az MTA Atomki által ugyanezen a ponton végzett mérésekkel, az eredmény reális. 1991-ben $2,19 \text{ kBq/m}^3$ volt a radonkoncentráció évi átlaga az általuk végzett nyomdetektoros felmérés alapján, 1992-ben: $2,68 \text{ kBq/m}^3$, 1990-1993 közötti időszakban $1,87 \text{ kBq/m}^3$, 1995-ben: $1,81 \text{ kBq/m}^3$. A radonkoncentráció és a külső hőmérséklet közötti korrelációs koefficiens értéke 0,75, ami jó korrelációnak tekinthető.

Radonkoncentráció forrása

A radonkoncentráció forrásának meghatározása érdekében mintát vettünk a barlangi agyagos kitöltésből 5 ponton és a mintáknak meghatároztuk a radioaktív izotóptartalmát, illetve a radon kibocsátását (radon exhalációt). A minták rádium- (^{226}Ra , ami a 222-es tömegszámú radon anyaeleme), tórium- (^{232}Th) és kálium- (^{40}K) tartalma átlagos talajokra jellemző értékeket mutat ($26\text{--}37 \text{ Bq/kg } ^{226}\text{Ra}$, $21\text{--}31 \text{ Bq/kg } ^{232}\text{Th}$, $265\text{--}386 \text{ Bq/kg } ^{40}\text{K}$) a radon exhaláció értéke $2\text{--}12 \text{ Bq/kg}$ között változik. A röntgen pordiffrakciós vizsgálat alapján a minták főleg kvarcból, kalcitból, muszkovitból és kaolinitből állnak, a kis szemcseméret dominál bennük, szinte mindegyik minta nedves szitálással leválasztott legkisebb frakciójában ($<0,063 \text{ mm}$) több mint 50 %-ban van jelen a 10 mikrométer nél kisebb szemcseátmérőjű frakció. A barlang Budai Márgába nyúló szakaszából vett agyagmintában 1 mikron nál kisebb szemcseátmérőjű frakció is található (kb. 1%). A barlangba beszivárgó vizek oldott radontartalmát folyadékszcintillációs

spektrometriás módszerrel határoztuk meg, miszerint a vízminták kis radonkoncentrációval rendelkeznek (2-7 Bq/l), amely a kőzetekből oldódott a vízbe a beszivárgás során. A márgába nyúló szakaszcól vett vízminta oldott radonkoncentrációja a legnagyobb.

Aktív radon detektorok segítségével egyszerre több ponton párhuzamos mérésekkel vizsgáltuk a radonkoncentráció térbeli eloszlását a barlang levegőjében. Ugyanabban az időben a márgába nyúló részben $\sim 1000 \text{ Bq/m}^3$, a mészkőben lévő termekben $\sim 500 \text{ Bq/m}^3$ volt a levegő mért radonkoncentrációjának értéke.

A barlangban két pontban fúrás mélyítettünk kézi fúró segítségével, az egyik pontban 1,25 méter, a másik pontban 2 méter mélységig. A minták radiokatív izotóptartalma és radon exhalációja az agyagos minták eredményeivel esik egy nagyságrendbe, a mélységgel azonban nem figyelhető meg kapcsolat.

A radon forrásának meghatározására irányuló vizsgálatok eredményei alapján, a barlang levegőjében felhalmozódott radon forrása a barlangot kitöltő agyagos üledék rádiumtartalma, amely talajokra jellemző mennyiséget mutat, azonban a nagy mennyiségben jelenlévő kis szemcseátmérőjű frakció növeli a radon exhaláció értékét. Emellett a természetes légcsere kis mértéke is a radon felhalmozódását segíti elő. Eredményeink alapján összehasonlítva a Szépvölgyi mészkövet a Budai márgával, a márga nagyobb valószínűséggel tekinthető radonforrásnak.