

# Környezettudomány III. (Radon és természetes gázfeláramlások kutatása)

**Kedd 13:30 Jedlik-terem**

- 1. Breitner Daniel (ELTE TTK)**
- 2. Dobos László (ELTE TTK)**
- 3. Hegyeli Botond (BBTE)**
- 4. Koncz Zoltán – Rajnai Gábor (ELTE TTK)**
- 5. Palotai Márton (ELTE TTK)**
- 6. Sági Dávid (ELTE TTK)**

## Építőanyagok szerepe a beltéri radonanomália kialakulásában

**BREITNER DÁNIEL**, geológushallgató  
*Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest*

Témavezetők: HORVÁTH ÁKOS, egyetemi docens,  
*ELTE Atomfizikai Tanszék*

NAGY BÉLÁNÉ, tanszéki mérnök,  
SZABÓ CSABA, egyetemi docens,  
*ELTE Kőzettani és Geokémiai Tanszék*

ÉK-Magyarország egyik településén néhány lakóházban a beltéri radon-aktivitáskoncentráció a RAD Laboratórium felmérései szerint meghaladja a  $800 \text{ Bq/m}^3$  éves átlagot. Ez az érték jóval meghaladja az új lakóházakra vonatkozó  $200 \text{ Bq/m}^3$ -es és a régebben épültekre vonatkozó  $400 \text{ Bq/m}^3$ -es EU által ajánlott egészségügyi határértéket. A kiválasztott területen készült korábbi kutatások a lakóházak alatti talajt vizsgálták. Munkám a korábbi kutatási eredmények kiegészítésére, azaz építőanyagok vizsgálatára irányult kiderítendő, hogy az építőanyagok milyen mértékben járulnak hozzá a nagy beltéri radon-aktivitáskoncentráció kialakulásához. A vizsgálati helyszínek kiválasztásakor figyelembe vettem a RAD Labor adatait, a korábbi talajvizsgálati elemzések eredményeit. A településen részletes tanulmányozásra kiválasztottunk két nagy radon-aktivitáskoncentrációjú lakóházat. Kétféle vizsgálatot végeztünk: helyszíni méréseket és laboratóriumi méréseket. Az *in situ* mérések során a lakáslevegő radontartalmát, annak több napos változását határoztunk meg RAD7 radon-monitorral, valamint beltéri gamma-fluxust mértünk hordozható HPGe illetve szcintillációs detektorokkal. A helyi mérések eredményei alapján a különböző - a házak építéséhez használt - építőanyagokból mintát vettünk, amelyeken a következő laboratóriumi elemzéseket végeztünk el:

- fajlagos radioaktivitás mérés HPGe detektorral, radon-emanáció mérés Radon-kamra segítségével (ELTE Atomfizikai Tanszék);

- urán- és ritkaföldfém-koncentráció meghatározás neutronaktivációs analízissel (BME Nukleáris Technikai Intézet);

- optikai emissziós spektroszkópia, továbbá az építőanyagokból készült csiszolatokból szöveti elemzés, elektronmikroszkopos vizsgálatok (ELTE Kőzettani és Geokémiai Tanszék) a forrásásványok meghatározása céljából. Eredményeink azt mutatják, hogy az erősen sugárzó építőanyagok az egyik mintavételi helyen a gázszilikát és a fürdőszoba burkolócsempé, míg a másik házban a salakbeton és a cserépkályha cserepe. A vizsgálati eredmények arra utalnak, hogy a Rn-kiáramlás mértékét nem csak az építőanyagban előforduló U- és Th-tartalmú forrásásványok jelenléte, mennyisége, hanem mikroszerkezete is számottevően befolyásolja. Ez határozza meg az emanációs együtthatót. Egyrészt minél nagyobb a vizsgált építőanyag U- és Th-tartalma, annál nagyobb a Rn-fluxus. Másrészt az építőanyag porozitása/repedezettsége az emanációs együttható értékét határozza meg, a kettő együtt pedig a radon-kiáramlás mértékét.

## Szabad levegő radon-koncentrációjának kapcsolata a határrétegbeli folyamatokkal

**DOBOS LÁSZLÓ**, fizikus szakos hallgató (2004 őszi)  
*Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest*

Témavezetők: HORVÁTH ÁKOS, egyetemi docens,  
*ELTE Atomfizikai Tanszék*

WEIDINGER TAMÁS, egyetemi docens,  
*ELTE Meteorológiai Tanszék*

A légkör talaj közeli rétegeiben mérhető radon-koncentrációt két alapvető tényező határozza meg. A talajból kiáramló radon-fluxus mellett fontos szerepet játszanak a légkör legalsó rétegének turbulens keveredési folyamatai, hasonlóan más légköri nyomgázok terjedéséhez. A talaj által kibocsátott (vagy kísérleti célból kihelyezett radioaktív mintából származó) radon könnyű detektálhatósága folytán kiválóan alkalmazható nyomjelzőként, áramlási tulajdonságaiból közvetlenül következtethetünk más légköri szennyezők turbulens diffúzió által hajtott áramlására, például az üvegházhatást okozó gázok mozgására (pl. CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>). A radon más szempontból is jó meteorológiai nyomjelző gáz, hiszen fluxusa korrelációt mutat a talajból kiáramló egyéb gázok fluxusával.

Méréseink célja az volt, hogy megvizsgáljuk a felszín közvetlen közelében a radon-koncentráció napi menetét és ennek kapcsolatát a légköri határréteg meteorológiai tulajdonságaival. A határréteg vastagságát rádiószondás mérések alapján származtattuk. A rádiószondás adatokból átfogó képet kaphatunk a légkör magasság szerinti szerkezetéről, beleértve a szélsőségségi, nedvességi és hőmérsékleti adatokat, amelyekből a határréteg magasságának megállapításához szükséges virtuális potenciális hőmérsékletet is számíthatjuk. A nappali (12 UTC) konvektív határréteg vastagságát a részecske módszerrel, az éjszakai (00 UTC) határréteg vastagságát pedig a kritikus Richardson-szám ( $Ri_{krit} = 0,25$ ) alkalmazásával számítottuk ki. Az éjszakai hőmérséklet-inverzió során felépülő vékony stabilis határrétegben a turbulens keveredés kisebb térfogatra terjed ki, ez okozhatja a radon-koncentráció mérhető megnövekedését. A radon-koncentráció mérését három mérési összeállítással (épület tetején, közvetlen talajszinten, illetve talajszint alá süllyesztett üregben), egyórás felbontással végeztük el.

Eredményeink szerint a talaj közeli radon koncentráció változása korrelációt mutat az éjszaka során felépülő légköri hőmérséklet-inverziós réteg magasságával. A radon-koncentráció megnövekedése leginkább a nagyon alacsony éjszakai határréteg esetén szembetűnő.

## **A Buffogó tőzegláp**

**HEGYELI BOTOND**, földrajz szakos hallgató  
*Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár*

Témavezető: PÁL ZOLTÁN, egyetemi gyakornok,  
*BBTE Fizikai és Környezeti Földrajzi Tanszék*

Ide jön majd a szöveg

A Buffogó lápja Kovászna megyében, a Büdös hegytől északra, a Bálványos patak felső folyásánál 980 méter tengerszint feletti magasságban helyezkedik el. Borvizes, tőzeges ingóláp, florisztikai rezervátum számos ritka növényfajjal.

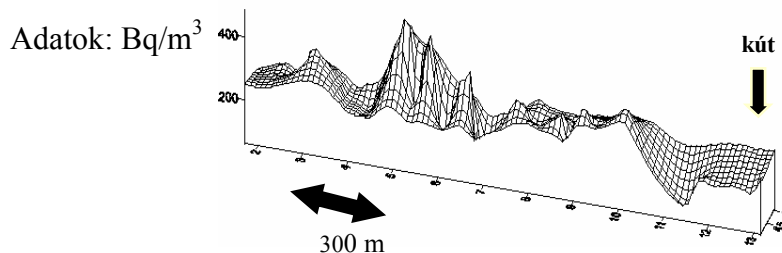
Dolgozatom első felében röviden ismertetem a láp általános jellemvonásait, a róla készült irodalmat, növényzetét, éghajlatát és vízháztartását. A dolgozat második felében a terepi felmérésekről beszélek, melyeknek köszönhetően elkészülhetett a láp első helyszínrajza 1:500-as méretarányban és egy 2,6 méteres tőzegmintát is sikerült vennünk, de ezekről bővebben a dolgozatban.

## Potenciális radonforrások vizsgálata egy a Mórágyi rögben fekvő kistelepülés példáján

KONC ZOLTÁN és RAJNAI GÁBOR, geológus szakos hallgatók  
*Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest*

Témavezetők: GÁLNÉ SÓLYMOS KAMILLA, tudományos főmunkatárs  
NAGY BÉLÁNÉ, tanszéki mérnök  
SZABÓ CSABA, Ph.D. egyetemi docens  
*ELTE Közettani és Geokémiai Tanszék*

Korunk egyik legégetőbb problémája az ember és környezete közötti kölcsönhatások tanulmányozása és azok beható megismerése. A környezettudományok felvirágzásával nem csupán egyre újabb tudományos kérdések kerülnek látószögünkbe, hanem a felismert problémák megoldása is több szakterület hathatós együttműködését követeli meg. A beltéri radon-anomália vizsgálata viszonylag fiatal múltra visszatekintő kutatási terület. Felderítésére, forrására és hatásainak tanulmányozására több szakterület fogott össze, közöttük a geokémia, atomfizika, analitikai kémia. Nemzetközi tudományos cikkek egész sora foglalkozik a beltéri megnövekedett radon aktivitás-koncentráció egészségkárosító hatásaival, tehát az anomália okainak pontosabb megismerése lényeges a társadalom számára. Kutatásaink során a Mórágyi-rög déli részén fekvő egyik kistelepülésen kialakult nagy beltéri radon aktivitás-koncentrációt tanulmányoztunk az anomáliát kiváltó lehetséges geológiai, fizikai, kémiai és biológiai tényezők szempontjából az anomáliák lehetséges forrásának felderítése érdekében. A Világ Egészségügyi Szervezet (WHO) irányelvei szerint egy új építésű házban  $200 \text{ Bq/m}^3$  sugárterhelés tekinthető elfogadhatónak. A vizsgált terület házaiban  $800 \text{ Bq/m}^3$  a legnagyobb érték. Vizsgálataink során a klasszikus geológiai és geokémiai anyagvizsgáló módszerek mellett (vékonycsiszolatleírás, optikai emissziós színképelemzés, derivatográfia, pásztázó elektronmikroszkópia, elektronmikroszkop) statisztikai adatfeldolgozást végeztünk a "Surfer" statisztikai térképkészítő program segítségével. Eredményeink valószínűsítik, hogy az anomália lehetséges forrása mind a talaj, mind az építőanyag, mivel a terepi mintavételezés során vett talaj- illetve löszmintákból, amelyekből a községben vályogtéglát készítettek, radioaktív elemeket - uránt és tóriumot mutattunk ki, és meghatároztuk hordozó ásványaikat (pl. xenotim, monacit, thorit), így az anomália kialakulása megmagyarázhatóvá vált.



1. ábra: A mért értékek átlaga az 1997-1998 as mérések alapján

## A Gellért-hegy és a Lukács-fürdő vizeiben mért radon- és rádiumtartalom lehetséges forrásai

**PALOTAI MÁRTON**, geológus szakos hallgató (2004 őszi)  
*Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest*

Témavezetők: MÁDLNÉ SZÖNYI JUDIT, egyetemi docens  
*ELTE Alkalmazott és Környezetföldtani Tanszék*

HORVÁTH ÁKOS, egyetemi docens  
*ELTE Atomfizikai Tanszék*

A Gellért-hegy tágabb környezete ill. a Lukács-fürdő térségének vizeiben korábban készült radon- és rádiummérések, valamint jelen kutatás keretei közt elvégzett, kiegészítő jellegű mérések alapján dolgozatomban felvázolom a vizsgált terület vizei radioaktivitásának jellegét, a kiemelkedő radioaktivitású területek elhelyezkedését, és a földtani tényezők mérlegelésével geológiai modellt javaslok lehetséges hatótényezők jelentőségére, szerepére vonatkozóan.

A legkiemelkedőbb anomális terület a Gellért-hegy északi részén – központjában a Rudas-fürdővel – található, itt ~600 Bq/l radon, ill. akár 1000 mBq/l rádium is mérhető. A radon-, és kisebb mértékben a rádiumkoncentrációk a szomszédos Gellért- és Rác-fürdők felé csökkennek (Rn: ~50 Bq/l, Ra: ~500 mBq/l). A Rudas-fürdő környezetében a Török-forrás, ill. a közvetlen szomszédos források mutatják a legnagyobb radonkoncentrációkat. A magyarországi felszín alatti vizekben itt mérhető a legnagyobb radontartalom (600 Bq/l). A Gellért-hegyi vizekben tapasztaltakhoz képest a Lukács-forráscsoportban akár egy nagyságrenddel kisebb rádium- és radonkoncentrációk mérhetők. A langyos (20-37°C) források rádiumtartalma (50–100 mBq/l) a meleg (37-60°C) forrásokban mért értékeknek (200–300 mBq/l) csak fele – harmada. Radontartalmuk egyaránt 20–25 Bq/l körüli. Lokálisan elkülönül a Római-forrás, melynek rádiumtartalma a rokon kutakéval összevethető, radonkoncentrációja azonban akár 4-5-ször nagyobb azokénál (60-100 Bq/l).

A felállított modell szerint a mélymedencékből származó rádium a kiáramlási zónákban a keveredési arányoktól függően hozzájárul a források rádiumtartalmához. A felszínről leszivárgó vizek rádiumtartalmát e komponenshez képest elenyészőnek ítélem. Ez magyarázza a Lukács-fürdő langyos, ill. meleg forrásainak eltérő rádiumtartalmát. A Lukács-fürdő meleg és langyos forrásaiban mérhető radonkoncentrációk hasonlóságának oka a kiáramlási területek földtani hasonlóságában keresendő – a radon forrását e zónában nagyrészt oligocén agyagos képződmények jelentik. A Római-forrás anomális viselkedésének okát megnyugtatóan nem sikerült tisztázni. Hipotézisemben a Gellért-hegyi vizek radioaktivitásának kiemelkedő voltát egy, a Rudas-fürdő forrásainak kiáramlási területén jelenleg nem feltárt, felső-kréta lamprofiros telér, és a forráskilépést előidéző szerkezeti elem együttes hatásával magyarázom.

Végül további kutatási témákat javaslok a Budai Termálkarszt radioaktivitásának alaposabb megértéséhez.

## Anomáliák a lakótéri radonszintekben és geológiai háttérük

SÁGI DÁVID ÁDÁM, geofizikus szakos hallgató (2004 őszi)  
*Eötvös Lóránd Tudományegyetem, Budapest*

Témavezetők: LENKEY LÁSZLÓ, tudományos munkatárs,  
*ELTE, Geofizikai Tanszék*

TÓTH ESZTER, HÁMORI KRISZTIÁN  
*RAD Labor, Budapest*

Dolgozatom célja volt a jelentősebb *magyarországi* lakótéri *radonanomáliák* feltérképezése, valamint kapcsolatot kerestem ezen anomáliák és a települések talajának U- és Th-koncentrációja között.

Az elmúlt 10 évben a RAD Laborban 18.000 lakótéri radonszint mérés történt. A mérések végzésében és kiértékelésében 8 éve veszek részt. Az adatok elemzése során azokat a településeket, melyekben nem volt elegendő számú mérés kihagytam, és csupán 11.200 lakás eredményét használtam fel, amelyek 98 településről származnak.

Az adatok halmazát nagyobb tájegységenként és falvanként csoportosítva vizsgáltam. Statisztikai eljárásomban az egyes csoportokhoz a legjobban illeszkedő lognormál eloszlást a maximum likelihood módszerrel kerestem meg. Hipotézisemet  $\chi^2$ -teszttel ellenőriztem. A *lognormál eloszlások* felkutatása tette lehetővé, hogy tájegységenként, illetve falvanként meghatározzam a magasabb radonszintű lakóházak arányát.

A talaj Ra-, U- és Th-koncentrációjának vizsgálatát a Magyar Állami Földtani Intézet ártéri üledékekről gyűjtött adatainak felhasználásával végeztem, valamint saját magam is vettem mintákat, amelyeket Budapesti Műszaki Egyetem Nukleáris Intézetében elemeztünk gamma-spektrometriás módszerrel.

Egy adott *területen* a radonszint eloszlása és az ott lévő talaj átlagos nehézfém-koncentrációja között *nem lehetett korrelációt felfedezni*. Ez nem meglepő, egyrészt azért, mert az ártéri üledék Ra-, U- és Th-koncentrációja egy nagyobb vízgyűjtőterület *átlagos* értékét reprezentálja, másrészt az egyes házak radonszintjét nagyon sok, a ház szerkezetére, a lakók életmódjára jellemző, véletlen mennyiség is jelentősen befolyásolja. Az egyes házaknál vett talajmintáim ugyanakkor megmutatták, hogy a magasabb radonszint kialakulásához szükséges feltétel a nagyobb Ra-, U- és Th-koncentráció a házközeli talajban. Tehát *a magas radonos házak geológiai előrejelzéséhez a talaj nehézfém-koncentrációjának lényegesen részletesebb ismeretére lenne szükség*.

Társadalmi szempontból azonban már ma is fontos, hogy ismerjük a radon-veszélyeztetett területeket. Ezért készítettem el az ország *radontérképét*, amely bemutatja az egyes tájegységek magas radonszintű házainak arányát. Ez megkönnyítheti a geológusok munkáját is. Az ő adataik pedig segíthetnek a radon-veszélyeztetett területek pontosabb meghatározásában.