



Gyllai Ildikó, Marosvölgyi Krisztina és Simó Zsófia Lília

Radon kutatás az Alföldön

Témavezetők:

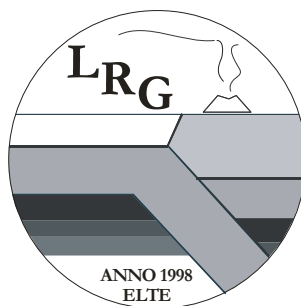
Szabó Csaba, ELTE TTK Közettani és Geokémiai Tanszék

Horváth Ákos, ELTE TTK Atomfizikai Tanszék

Konzulens:

Breitner Dániel, doktorandusz ELTE TTK Közettani és Geokémiai Tanszék

Eötvös Loránd Tudományegyetem,
Természettudományi Kar,
Földrajz- és Földtudományi Intézet,
Közettani és Geokémiai Tanszék,
Litoszféra Fluidum Kutató Labor



Budapest, 2007.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3 -
2. A radon és a rádium fizikai és kémiai jellemzői.....	4 -
2.1. Radon	4 -
2.1.1 Radon mint kémiai elem.....	4 -
2.1.2 Radon és rádium a talajokban.....	5 -
2.1.2 Emanációs együttható.....	6 -
2.2. Radon emberi szervezetre gyakorolt hatása.....	8 -
3. Földtani háttér.....	8 -
4. Mintavétel és vizsgálati módszerek	10 -
4.1. Mintavételi hely	10 -
4.2. Mintaleírás.....	14 -
4.3 Vizsgálati módszerek	17 -
5. Eredmények.....	21 -
5.1. Vályogtéglák radon-kamrával történő vizsgálatának eredményei.....	21 -
5.2. Szemcseméret eloszlás	27 -
5.3. Mikroszkópos leírás.....	28 -
5.4. Röntgendiffrakciós vizsgálat.....	28 -
6. Összefoglalás.....	30 -
7. Köszönetnyilvánítás	31 -
8. Irodalomjegyzék.....	32 -

1. Bevezetés

Hazánkban a természetes eredetű sugárforrások országos felmérése során egyelőre csekély hangsúlyt fektetnek a ^{238}U bomlássorába tartozó, szintén radioaktív ^{222}Rn mérésére. Ez különösen igaz az építőanyagok vizsgálatára. Az Európai Unió számos országában (Nagy Britannia, Svédország, Finnország) és a világ egyéb fejlett országaiban (Egyesült Államok, Svájc, Japán) már megjelentek a jogalkotásban a beltéri radon koncentrációkat érintő EU által ajánlott határértékek (újjonnan épülő házakra 200 Bq/m^3 , a már megépült házakra 400 Bq/m^3). Az építőanyagokra határértékeket még nem határoztak meg, de mint a radon egyik, esetenként jelentős forrása, az építőanyagok részletes vizsgálata indokolt. A radont érintő rendeletek várható megjelenése tovább fogja fokozni az igényeket mind a lakossági, mind az építőanyagipari oldalról.

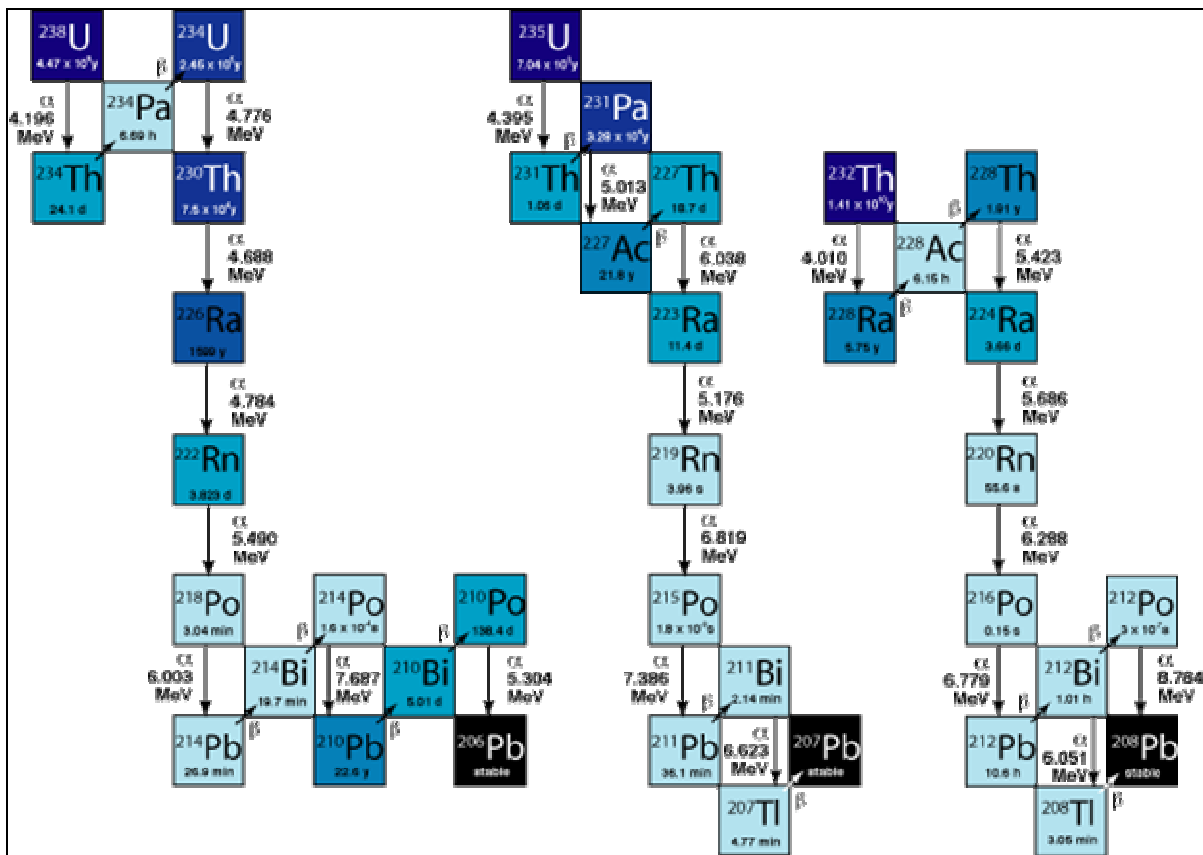
Munkánk a építőanyagokból azon belül is a vályogból származó beltéri radonterhelés vizsgálatával foglalkozik. Magyarországon a vályogvetés nagy múltra tekint vissza, és egyes alföldi térségekben az önkormányzatok igyekeznek felújítani a mára méltánytalanul háttérbe szorult tradicionális foglalkozást. A vályogtégglákat talajból/agyagból készítik víz és pelyve- és szalmaszarmazékok hozzáadásával, majd a napon szárítják készre. A vályogházak pozitív tulajdonságai közé tartozik, hogy nem okoz allergiát, sem használata, sem előállításánál, mivel megköti a porszemcséket, az illatanyagokat, dohányfüstöt. Az építéséhez felhasznált energia töredéke a többi falazó anyagéhoz képest (1m^3 beton $5\text{-}8000\text{kWh}$, 1m^3 téglafal $500\text{-}1000 \text{ kWh}$, 1m^3 vályogfal $5\text{-}8 \text{ kWh}$ energiafelhasználást igényel). A vályogházak jó hőtároló és szorpciós képességgel rendelkeznek, és körülbelül 30-szor annyi páranedvességet képesek magukba szívni, mint az égetett agyagtégglák (a páratelített állapot sem vezet állékonysági állagromláshoz), de a levegő páratartalma a helyiségben gyakorlatilag állandó marad (MARKETING KIADVÁNY, 2007).

2. A radon és a rádium fizikai és kémiai jellemzői

2.1. Radon

2.1.1 Radon mint kémiai elem

A 86-os rendszámú elem – a nemesgáz csoport utolsó tagja – rövid felezési idejű radioaktív elem. Attól függően, hogy melyik radioaktív bomlási sorban keletkezik radonnak ($^{238}\text{U} \rightarrow ^{222}\text{Rn}$), toronnak ($^{232}\text{Th} \rightarrow ^{220}\text{Rn}$) vagy aktinonnak ($^{235}\text{U} \rightarrow ^{219}\text{Rn}$) nevezik (1. ábra). 1902-ben Rutherford és Soddy izolálta és tanulmányozta a radioaktív gázt, amelyre manapság a radon nevet használják (a rádium és a nemesgázok *-on* végződése alapján). A radon színtelen, szagtalan, érzékszerveinkkel észlelhetetlen gázhalmazállapotú elem (CHANG, 1991). Oldékonysága vízben nagy: $20\text{ }^\circ\text{C}$ -on $230\text{ cm}^3\text{ kg}^{-1}$.



1. ábra: A ^{238}U , a ^{232}Th és az ^{235}U bomlási sora

2.1.2 Radon és rádium a talajokban

A talaj rádiumkoncentrációját a tömegegységre eső aktivitásával jellemezzük. Ezt a terminológiát használva a rádiumtartalom vagy a teljes radonképződés mértékének megadása egyenértékű (1 Bq/kg aktivitás azonos a radonképződés sebességével, azaz a kilogrammonkénti és másodpercenkénti bomlások számával). A talaj rádiumtartalma szoros összefüggésben van forrásközétének rádiumtartalmával. Mennyisége vulkáni és mélységi magmás kőzetek növekvő szilíciumtartalmával nő (NAZAROFF és NERO, 1988). A rádium eloszlását a talajban az anya izotópok (^{238}U , ^{234}U és ^{230}Th) megkötése és mobilizálódása illetve a növények rádium felvétele és vasoxidokon, agyagásványokon történő adszorpciója, továbbá az U-, valamint Ra-tartalmú ásványok eloszlása határozza meg (IVANOVICH és HARMON, 1982)

A beltérek nagy radon aktivitás-koncentrációjának kialakulásában a radon 222-es tömegszámú izotópjának van a legnagyobb szerepe, mert ennek a leghosszabb a felezési ideje (3,82 nap) (1. ábra). Mivel nemesgázzal van szó, így a kémiailag kötött rádiumból történő keletkezése után nem képez kémiai kötést, tehát inert gáz. Ennek következtében a pórusterbe kerülése után a nyomáskülönbség miatt létrejövő konvekció révén a lakóházak belterébe kerülhet (ARVELA, 1995). A radon koncentráció kialakulásában fontos szerepet játszik a beltérbe kerülés útvonala. Ennek három fő tényezője lehet:

- i. közvetlenül a talajból vagy a kőzetekből,
- ii. a lakótérbe vezetett talajvízből,
- iii. vagy azon természetes anyagokból, amelyeket beépítenek a házba (beton, terméskő, vályog, téglák, stb).

A felsorolt három útvonal közül általában közvetlenül a talajból bejutó radon a meghatározó, de egyes esetekben a másik két forrás is jelentős lehet (NAZAROFF és NERO, 1988, ARVELA, 1995/A, SOMLAI, ET AL, 2000).

A talajokat a szilárd szemcsék szemcseméret eloszlása alapján rangsorolják. A három nagy csoport az agyag, aleurit és homok. A nagyobb szemcsékkel ellentétben, amelyek fizikai mállással jönnek létre, az agyagok kémiai folyamatok eredményeként keletkeznek. Kis méretük és aktív felületük révén összetett módon léphetnek kölcsönhatásba más szemcsékkel és a talajvízzel, így különösen alkalmasak radioizotópok szorpciójára. A radon koncentráció kialakulásában a talajok fizikai jellemzői játsszák a kulcsszerepet. A beltéri radon dúsulás szempontjából a talajok egyik legfontosabb jellemzője a permeabilitás, amely meghatározza,

hogy mennyire képes – ebben az esetben a radon tartalmú – levegő a talajon áthaladni. A talajok porozitása általában 0,5 körüli. Összehasonlításként a homogén szemcseeloszlású gömbök (szoros rendeződés) porozitása 0,26, míg a heterogéné (tág rendeződés) 0,48. Az apró részecskék jelentős „híd” képző tendenciája miatt az agyagoknak nagyobb a porozitása a homokoknál. Rosszul osztályozott talajoknak, amelyek szemcsemérete széles skálán mozog, porozitása 0,3 vagy akár még kisebb is lehet (NAZAROFF, ÉS NERO, (1988). Vizsgálatok alapján a nagyobb permeabilitású talajok esetében a konvektív áramlás a meghatározó a radon szállítás szempontjából. Mivel a konvektív áramlás növekszik a permeabilitás növekedésével, és mivel a radon beáramlási rátája az épületbe növekszik a talajlevegő konvektív áramlásával, ezért a radon belépés potenciálja egyenes arányban növekszik a permeabilitással (NAZAROFF ÉS NERO, 1988). A talajt felépítő szemcsék mérete a fluidumok és a szemcsék felszíne között létrejövő súrlódási ellenállás révén is befolyásolja a permeabilitást. A durvaszemcsés talajok esetében ez az ellenállás kisebb. A talajok agyagtartalma jelentősen befolyásolja a permeabilitást. Ez még szembetűnőbb a duzzadó agyagok esetében. Ezen agyagok kiszáradásakor száradási repedések keletkeznek, amelyek megnövelik a permeabilitást, míg nedvesség hatására megduzzadnak, ezáltal elzárják a fluidumok útját (SCHUMANN ET AL., 1991).

Ez a hatás fokozottan jelentkezik a vályogkészítés folyamata során a vályog kiszáradásakor. A repedések keletkezésének és az emiatt bekövetkező permeabilitás növekedésének a kiküszöbölésére természetes adalékanyagokat adhatnak az agyaghoz, abban az esetben, ha úgy ítélik meg, hogy ez javítja a végtermék minőségét és szerkezetét.

A vályogból épült házak beltéri radon koncentrációját jelentősen befolyásolhatja a falakból származó radon. A duzzadó agyagásványokat tartalmazó vályogok kiszáradásánál elkerülhetetlen mikrorepedések kialakulása. Emiatt, száraz állapotban az ilyen vályog permeabilitása viszonylag nagy, így a radon belépés potenciálja viszonylag nagy lesz.

2.1.2 Emanációs együttható

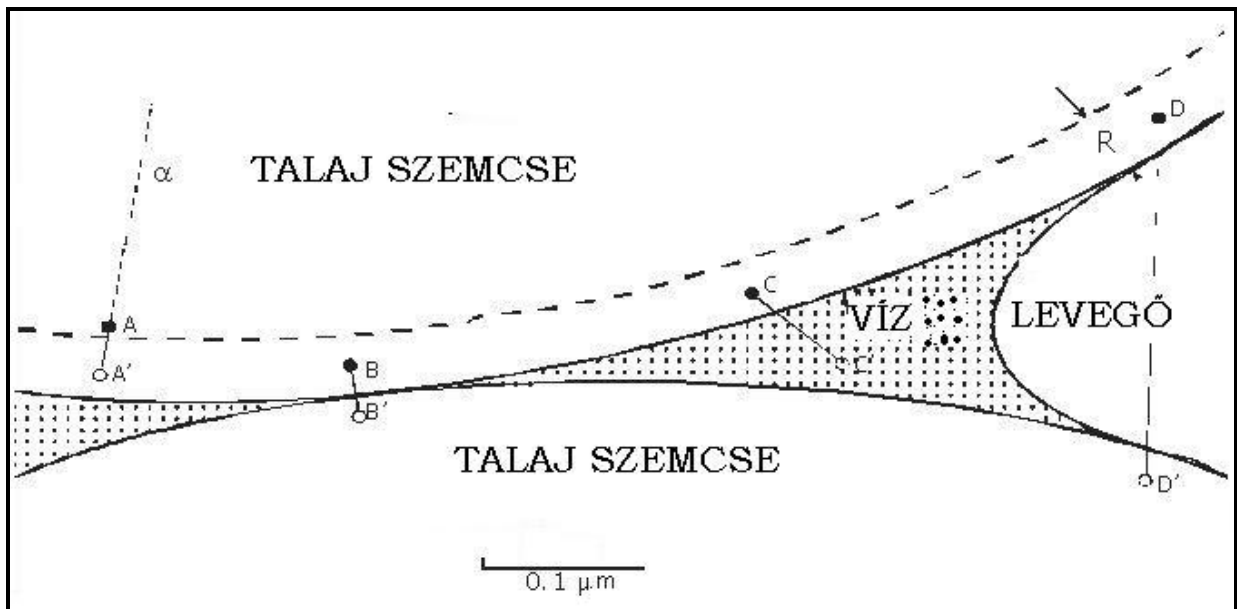
A radon vizsgálata során az egyik legjelentősebb kérdés, hogy a vizsgált anyagban jelenlevő ²²⁶Ra bomlása során keletkező radon mekkora százalékban képes belépni a pórusterbe. A rádium α -bomlásakor az újonnan keletkező radon atom az alfa-részecskével ellentétes irányban visszalökődik (2. ábra). Ez a visszalökődés segíti a radon kijutását a pórusterbe. A talajban

képződött radonnak csak egy része hagyja el a szemcsét és lép be a pórustérbe. Ezt a hányadost nevezik emanációs együtthatónak vagy emanáló képességnek (NAZAROFF ÉS NERO, 1988, SEMKOW ÉS PAREKH, 1990). Az emanációs együtthatónak három komponense van (TANNER, 1980):

- i. direkt visszalökődés,
- ii. indirekt visszalökődés,
- iii. diffúzió.

Ezeket a visszalökődő radon atom által megtett út végpontja alapján határozzák meg. A direkt visszalökődés során a radon atom a pórustérbe érkezik meg, míg az indirekt visszalökődés során az atom behatol egy másik szemcsébe és ott fejezi be az útját. Az atomok ezután legtöbbször elhagyják a szemcsét a keletkezett járaton keresztül és belépnek a pórustérbe (2. ábra). A diffúzió során a radon atom a szemcsén belül keletkezik és ott is marad a visszalökődés során, majd molekuláris diffúzió révén migrál a pórustérbe (TANNER, 1980).

A radon vándorlását segíti a kőzet nagy porozitása és az ásványszemcsék repedezettsége is. A pórusokban jelenlevő folyadék lelassítja a radon mozgását, így segítve elő a pórustérben maradási.



2. ábra: Visszalökődési jelenségek a talajban (Tanner, 1980 után, módosítva).

(A = visszalökődött Rn nem hagyja el az anya szemcsét; B = visszalökődés egyenesen egy szomszédos szemcsébe történik; C = visszalökődés vízbe történik, a kilépő Rn a pórustérben marad /direkt visszalökődés/; D = visszalökődés levegőbe történik, a kilépő Rn beágyazódik egy szomszédos szemcsébe /indirekt visszalökődés/)

2.2. Radon emberi szervezetre gyakorolt hatása

A Földön minden embert bizonyos mennyiségű radioaktív sugárterhelés ér, amelynek a legnagyobb része a természetes háttérsugárzásból származik. A természetes eredetű sugárterhelésből (2,4 mSv/év (SOMLAI et al., 2000)) mintegy 0,7-1,5 mSv/év a ^{222}Rn , illetve bomlástermékeiből származik (SOMLAI et al., 2000). Magyarországon a beltéri aktivitás koncentráció a falvakban átlagosan 110-150 Bq/m³, az egész országra vonatkoztatva pedig 55-120 Bq/m³ (TÓTH, 1999).

A radon izotóp szilárd halmazállapotú izotópokká bomlik (pl. ^{214}Po) és a levegő aeroszol részecskéire tapadva belégzés után jutnak a tüdőbe. A hörgők falán megtapadva α -sugárzással károsítják a sejteket, amely végső fokon tüdőrákot okozhat (KÖTELES, 1994). Az alfa sugárzás relatív kis energiája miatt a részecske így kis felületen koncentrálódhat (hatótávolsága néhányszor 10 μm) és adhatja át az energiáját, ezzel roncsolva a tüdőszövetet. A szervezetbe került α -sugárzás hatása mintegy húszszorosa a Rtg-, γ - vagy β -sugárzásnak (KELLER, 1988).

3. Földtani háttér

A földtani háttér fejezetben főleg Juhász (1992, 1993, 1998), Molnár (1967, 1973), Magyar (1992) és Császár (1997) munkái alapján dolgoztunk. Kunszentmiklós a Dunamenti síkságon belül a Csepeli-síkságon található, amely a Duna melléke a Rácalmásig tartó szakaszon. A Dunamenti síkság folyami rétegsora felfelé finomodást mutat: homokos kavics, homok mint mederüledék, majd homokos iszap, lösziszap és agyag mint ártéri lerakódás mutatható ki.

A szarmata korszakot követően felerősödött a termális süllyedés a területen. A világtengerek nagymértékű euszatikus vízszintcsökkenése következtében a szarmata üledékek nagy területen erodálódtak. Nyíltvízi beltengeri márga, mészmárga (Endródi Márga Formáció, Tótkomlói Tagozat) lerakódása indult meg, ezt nyíltvízi agyagmárga képződmények települése követte (Endródi Márga Formáció, Nagykörűi Tagozat). Ezt követően nagy mennyiségű terrigén anyag szállítódott a medencébe, amelyek ÉK és ÉNy irányból érkező folyók deltaüledékeiben (Újfalvi (Törteli) Formáció) halmozódtak fel (JUHÁSZ, 1998). A mélyvízi beltengeri márgák fölött, a medence legmélyebb zónáiban vastag turbidit települ. A

Duna-Tisza köze területén több száz méter vastag torkolati zátonyok szuperponálódnak egymásra (JUHÁSZ, 1993).

Az Alföldön a pannon korszakban (*sensu lato*) (Juhász, 1992) alapján négy fácies különíthető el: alapkonglomerátum (vastaghéjú puhatestűekkel), pélitek, turbiditek és deltalejtő. A Pannon-tó kialakulásában és fejlődésében nagy szerepet játszott az Alpok-Kárpátok tektonikai változása az újalpi ciklus során (JUHÁSZ ÉS MAGYAR, 1992). A Pannon-tó feltöltésében szerepet kaptak a bő vízhozamú és az alpi-kárpáti régió kiemelkedésének hatására nagy mennyiségű törmelékanyagot szállító folyók, amelyek Ény és ÉK irányból nagy deltákat raktak le (JUHÁSZ ÉS MAGYAR, 1992, JUHÁSZ, 1992). A folyók beömlési helyeitől távolabb, a partokon tavi üledékképződés folyt (JÁMBOR, 1989). Mivel a self a medencében igen keskeny volt, a deltalejtő és a medencelejtő környezetek üledékképződés során egybeolvadtak.

A pannon során a deltarendszer kialakulásában a környezeti tényezők közül a folyóvízi folyamatok játszották a legnagyobb szerepet, az árapály és a hullámozgás szerepe elhanyagolható volt (JUHÁSZ ÉS MAGYAR, 1992). Az alsópannon idősebb rétegei hiányoznak, észak felé egyre később érte el a pannon transzgresszió a szarmata végén szárazulattá vált rétegeket. Örkény, Bugyi, Sári környékén miocén vagy mezozoos aljzatra települ a felsőpannóniai üledék. Bugyinál az alsópannont limnocardiumos agyagmárga képviseli (SZÉLES, 1968). A pannon üledékekre dunai eredetű durvaszemcsés folyami üledéksor települt, amelyet a holocén korai szakaszában keletkezett képződmények fednek. A Duna hatékony hordalék áttelepítő tevékenysége következtében a különböző holocén képződmények egymás szomszédságában, azonos szinteken akkumulálódtak (GEO-ARGON, 2006). A Pannon-tó eltűnése úgy következett be, hogy a süllyedéssel szemben emelkedés, vagy kéregnyugalom hosszabb ideig tartott. A késő-pannóniai kéregmozgás oszcilláló üledékképződést eredményezett (BARTHA, 1971).

A felső-pannonra települő felső-pliocén üledéksor uralkodóan kőzetlisztből áll. Fúrászelvények rétegsorának kifejlődése során arra következtethetünk, hogy a késő-pannóniai és felső-pliocén képződmények ciklusos kifejlődésűek (MOLNÁR, 1973). A gelasi ciklusok átmenetet képeznek a felső-pannon sekélytavi képződmények és a pleisztocén folyóvízi képződmények között. A pleisztocénban az Alföld tovább süllyedt (MOLNÁR, 1967). Ubrancsek (1965) munkája szerint a medence belseje felé kiékelődő durvább üledéksorok függőleges irányban finomabb rétegsorokkal váltakoznak. Allen (1964, 1965) kutatásai alapján a negyedidőszaki alluviális fácies leginkább a hegylábi környezet alluviális leyező

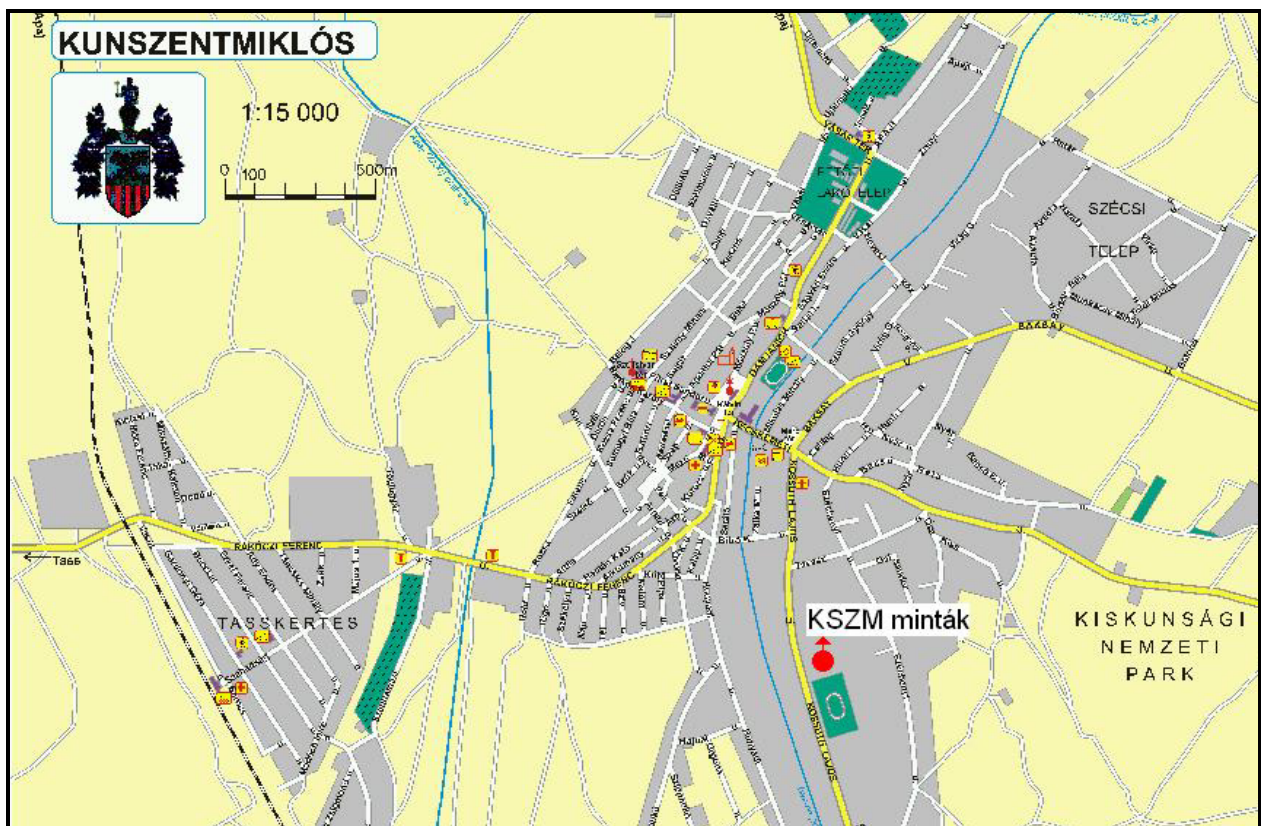
hordalékkúpjának nevezett formájához hasonlít a legjobban. Az alföldi negyedidőszaki üledékeket a meanderező folyók rakták le, amelyet az alulról felfelé finomodó kisebb ciklusok is igazolnak (PÉCSI, 1970, MOLNÁR, 1973).

A nagyobb ciklusra települő kisebb ciklusok finomabb szemcseméretűek, és Molnár (1973) munkája szerint mindig eróziós felszínre települ és ártéri üledékekkel fejeződik be. Nagyságát Pécsi (1970) szerint a legnagyobb árvizek vízszlopmagassága adja meg.

4. Mintavétel és vizsgálati módszerek

4.1. Mintavételi hely

A mintavételt két településen végeztük: Kunszentmiklóson és Tasson.



3. ábra: Kunszentmiklós település térképe mintavételi hely megjelölésével

Mindkét helyen az agyagból és a belőle készült vályogból vettünk mintát. Mintavétel során Kunszentmiklóson a Kunszentmiklósi Építőipari Kht. telephelyén található 3x4 méteres és 82cm mély gödör (3. ábra), (2. kép) három oldalából, 20 centiméterenként a felszíntől lefelé

haladva vettük a mitákat. A tassi mintavételi gödör a tassi szeméttelp közelében található (4. ábra).



4. ábra: Tass település térképe mintavételi hely megjelölésével

A vályogot kétféle anyagból dolgozzák össze, ezért a mintavételek közötti mélységtávolságot ennek a két, különbözőnek látszó rétegnek a határánál húztuk meg (5. kép). A vályogmintákat Kunszentmiklóson a telephelyről és a ház mellől hoztunk, Tassról pedig a gödör mellett száradó vályogtéglarakásból (3. kép), illetve az épülő háztól (itt a munkások segítettek a vályog származásának eldöntésében).



1. **kép:** A mintavételezés helyszíne, a kunszentmikósi vályogödör



2. **kép:** Kunszentmiklós, vályogödör szelvény, a vonalzó 20cm-es



3. kép: Tass, a száradó vályogtéglák



4. kép: Tass, vályoggödör szelvénye, a vonalzó 20 cm-es

4.2. Mintaleírás

Kunszentmiklósi minták

➤ *Agyag minták*

KSZM/D (Kunszentmiklós/déli oldal)

KSZM/D/A

Mélység: 0-20 cm

A minták homogének. Nedvesen sötétbarna színű, porózus szerkezetű. Szabad szemmel elkülöníthető elegyrészeket, szerves növényi maradványokat (magok, szárazak, levelek, stb.) tartalmaz. A minta érezhetően nedves volt.

KSZM/D/B

Mélység: 20-40 cm

Homogén, nedvesen sötétbarna és az állaga porózus. A növényi maradványok mennyisége kicsi.

KSZM/D/C

Mélység: 40-60 cm

A minták homogének. Színe nedvesen sötétbarna. Állaga porózus. Az egyéb szerves elegyrészek szabad szemmel már nem láthatók.

KSZM/D/D

Mélység: 60-80 cm

A minták homogének. Színe nedvesen sötétbarna, állaga porózus. Szerves elegyrész szabad szemmel nem észlelhető.

KSZM/É (Kunszentmiklós/északi oldal)

KSZM/É/A

Mélység: 0-20 cm

A minta homogén, színe nedvesen sötétbarna, állaga porózus. Szerves elegyrészek szabad szemmel jól kivehetők (lágyszárúak, magvak, stb.).

KSZM/É/B

Mélység: 20-40 cm

A minta homogén, színe nedvesen sötétbarna, állaga porózus. A szerves elegyrészek mennyisége a KSZM/É/A jelű mintához képest csökkent.

KSZM/É/C

Mélység: 40-60 cm

A minta homogén, színe nedvesen sötétbarna, állaga laza. Szerves maradványok mennyisége csekély.

KSZM/NY (Kunszentmiklós/nyugati oldal)

KSZM/NY/A

Mélység: 0-20 cm

A minta homogén, színe nedvesen sötétbarna, állaga laza és szerves növényi maradványokat tartalmaz.

KSZM/NY/B

Mélység: 20-40 cm

A minta homogén, színe nedvesen sötétbarna, állaga porózus. Szerves növényi elegyrészek mennyisége a KSZM/NY/A jelű mintához képest jelentősen csökkent.

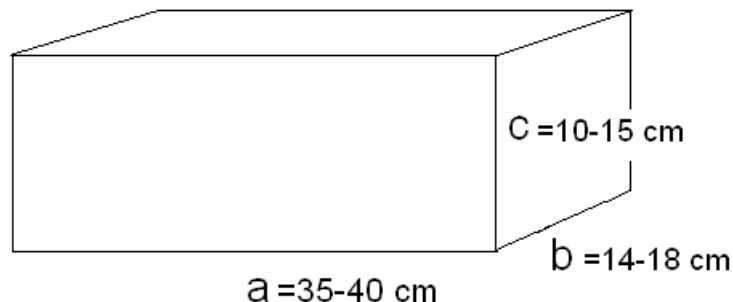
KSZM/NY/C

Mélység: 40-60 cm

A minta homogén, színe nedvesen sötétbarna, állaga laza, porózus. Növényi elegyrészek nincsenek.

➤ *Vályog minták*

Két darab téglalakú mintát gyűjtöttünk (5. ábra). Színük megegyező, világos szürke, állaguk is hasonlóan tömött, porózus, uralkodóan finom szemcsés összetételű. Növényi adalékanyagok pelyvát/szalmát alkalmaztak az állékonyság javítása érdekében. Egyéb adalékanyagot nem használtak.



5. ábra: A vályogtéglák átlagos méretei

Tassi minták

➤ *Agyag minták*

TASS (északi oldal)

TASS/É/A

Mélység: 0-37 cm

A minta homogén, színe nedvesen fekete, állaga tömör. Szerves növényi maradványok mennyisége nem jelentős.

TASS/É/B

Mélység: 37-60 cm

A minta homogén, színe nedvesen világosbarna, állaga laza, porózus. Szerves anyagként elhanyagolható mennyiségben tartalmaz növényi gyökereket.

TASS (keleti oldal)

TASS/K/A

Mélység: 0-32 cm

A minta homogén, nedvesen fekete színű, állaga tömör, kenhető. Növényi maradvány nem látható.

TASS/K/B

Mélység: 32-46 cm

A minta homogén, színe nedvesen világosbarna, állaga laza, porózus. Szerves anyag alig látható.

TASS (déli oldal)

TASS/D/A

Mélység: 0-20 cm

A minta homogén, színe nedvesen feketeszínű, tömör és kenhető. Kis mennyiségben tartalmaz növényi maradványokat.

TASS/D/B

Mélység: 20-54 cm

A minta homogén, színe nedvesen világosbarna, porózus. Növényi maradványokban szegény.

➤ *Vályog minták*

A Tassról származó két vályog színe világosszürke, finom szemcsés, tömör. Mérete közel megegyezik a kunszentmiklósi vályoggal (5. ábra). Az itt készült vályognál is szalmát használtak az állékonyság javítására, csak többet mint a kunszentmiklósiaknál.

4.3 Vizsgálati módszerek

A RAD7 detektor működése

A RAD7 egy Si szilárdtest félvezető detektorral rendelkezik. Ez alakítja át az α -sugárzás energiáját elektromos jellé, valamint a készülék képes meghatározni, hogy melyik izotóp keltette a sugárzást. A félvezető detektor a RAD7 belsejében egy 0,7 literes félgömb alakú cella központjában van elhelyezve. E félgömböt belülről elektromos vezető réteggel vonták be, amelyet használat közben magas feszültséghez, 2000-2500 V-hoz csatlakoztatnak. Ez a feszültség elektromos teret hoz létre a félgömb alakú cella belsejében, és ez az elektromos tér a pozitívan töltött részekéket a detektorra hajtja.

A levegővel keveredett ^{222}Rn gázt egy pumpa szívja be a detektorba. Mielőtt ez a levegő beérne, egy finom kis szűrő megszüri és nem engedi bejutni a levegővel keveredett szennyeződések. A levegőt a detektorban másodszor is megszüri egy kis pórusú szűrővel. Ennek az a szerepe, hogy kiszűrje a bejutáskor keletkezett radon fém leányelemeit. A radon, mint nemesgáz átjut ezen a másodlagos szűrőn is és bejut a detektor cellájába. Itt a radongáz atommagjai bizonyos valószínűséggel elbomlanak és ^{218}Po keletkezik belőlük. A pozitív töltéssel bíró polónium atommagokat az elektromos tér az Si detektorra hajtja, amire azok rátapadnak. A detektor aktív felületén a rövid felezési idejű ($T_{1/2} = 3,05$ perc) ^{218}Po atommagok gyorsan elbomlanak. A keletkezett alfa részecskéket a detektor pontosan 50%-os valószínűséggel detektálja és a létrehozott elektromos jel nagysága arányos a ^{218}Po α -jának energiájával. Az ezt követő bomlás béta-részecskéket ad, amelyek nem keltenek összetéveszthető jeleket. A további α -bomlások energiája pedig markáns. Ezeket a jeleket a RAD7 elektronikus berendezése felerősíti, kiszűrzi az elektromos zajoktól és rendezi a nekik megfelelő amplitúdók szerint.

A radon aktivitás-koncentrációját a RAD7 detektor kétféleképpen tudja meghatározni.

1. Szippantási módban a radon gyors beszipantásával a detektor viszonylag gyors választ ad a radon koncentrációjának változásáról. Ez úgy történik, hogy a kis felezési idejű ^{218}Po atommagokból (3,05 perc) származó alfa részecskék számlálásával a detektor meghatározza a radon aktivitás-koncentrációját a 6,00 MeV energiacsatornában, Bq/m^3 -ben vagy pCi/l -ben. Ez a mód rövid idejű mérésekre szolgál, és nagy érzékenységet mutat.
2. Normál módban, helyhez kötött hosszú idejű méréseknél, a radon koncentráció meghatározására figyelembe veszi épp úgy a ^{218}Po által kibocsátott alfa részecske energiáját, mint a második leányelem ^{214}Po alfa részecskéjének energiáját, a 7,69 MeV energiacsatornában. Kétszer több elektromos jelünk lévén a mérés közben, a mérés pontossága megnövekszik. Ezt a módot folytonos, több mint 3 órás méréseknél szokták alkalmazni.

Tehát a RAD7 a radon és a toron leányelemeinek α -részecskéit detektálja, és azok energiáját méri. Több, különböző energiájú részecske detektálása egy spektrumot eredményez. A RAD7 α -energia spektrumában (amely 0-tól 10 MeV-ig terjed) megtalálhatjuk a radon és toron leányelemei α -sugárzását a 6-tól a 9 MeV-ig terjedő tartományban. Négy alapvető α -energiacsatornát különböztetünk meg, amelyek a következők:

1. Az úgy nevezett. *új-radon* csatorna (A csatorna) *szippantási módban*, amely a 3,05 perc rövid felezési idejű ^{218}Po alfa részecskéit érzékeli a 6,00 MeV energián.
2. Az úgy nevezett. *új-toron* csatornája (B csatorna), amely a 0,15 sec rövid felezési idejű ^{216}Po bomlásából keletkező 6,78 MeV energiájú alfa részecskék impulzusait tartalmazza.
3. A *régi radon* ^{214}Po csatornája (C csatorna), amelynek ugyancsak rövid felezési ideje van (165 μs), és amelybe a 7,69 MeV energiájú alfa részecskék tartoznak.
4. A *régi toron* csatornája (D csatorna), amelybe a 10 órás felezési idejű ^{212}Po alfa részecskéi tartoznak 8,78 MeV energián.

Az E, F, G, H csatornák hibajelző csatornák, amelyek vagy a radon leányelemei alfa energiáinál nagyobb energiákat észlelik, vagy az alacsonyabb energiájú zajszintet érzékelő csatornák. Ha ezek az előírt szintnél többet számlálnak, akkor valószínűleg nem megfelelő

környezetben mérünk, vagy az egész mérőrendszerünk nem megfelelően működik. Ezen négy csatorna együttesen egy O csatornát képez, amelyben ha a detektor által észlelt elektromos jelek száma meghaladja a 30%-ot, akkor helytelen mérésekhez jutunk, ugyanis a detektorunk rosszul működik.

A RAD7 alkalmazásának lehetőségeit hat csoportba sorolhatjuk (Boráros Viola, 2006):

1. a levegő radontartalmának folyamatos monitorozása,
2. légbeszívás radon és/vagy toron mérés céljából,
3. levegőminták szűrőpróbaszerű vizsgálata,
4. vízminták radontartalmának mérése,
5. talajpára, és
6. tárgyak, felületek radon,- illetve toron emissziójának vizsgálata.

Radon kamra

A mérés során zárt körben összekapcsoltuk a mintát magába foglaló radon kamrát, a RAD7 mérőműszert és egy páratlanítót. A radon kamra kb. 1,6-2 dm³ térfogatú, henger alakú, légmentesen zárható, két végén csappal rendelkezik. Egyik végén csavaros fedéllel nyitható, ami lehetővé teszi, hogy mintákat tegyünk bele. Mielőtt a fedelet rácsavaránánk a kamrára, egy gumigyűrűt kell behelyezni, és ha ez rácsavarás után teljesen ráfekszik a fedélre, biztosítja a radon bent tartását a rendszerben. A két csapot el lehet zárni, illetve csövekkel hozzáköthető a kamra a RAD7-hez. Az egyik csapra a páratlanító csövét kell tenni (a páratlanító másik csöve a RAD7-hez kapcsolódik), a másikra egy olyan csövet, amelynek a másik vége a RAD7-hez kapcsolódik.

A légmentesen lezárható kamra azt a célt szolgálja, hogy a behelyezett mintából kiáramló radon és a rádium közt, illetve a keletkező és elbomló radon koncentrációja közt egyensúly álljon be. Vagyis ugyanannyi radon keletkezzen, mint amennyi elbomlik. Ez az egyensúly a leányelem felezési idejének ötszöröse alatt jön létre, ami a radon esetén három hetet jelent, mivel felezési ideje 3,8 nap.

Ásványtani vizsgálatok

A talajmintákat szitálással hét szemcseméret frakcióra osztottuk (0,063 mm-nél kisebb; 0,063 – 0,125 mm közötti; 0,125 – 0,250 mm közötti; 0,25 – 0,50 mm közötti; 0,5 – 1,0 mm közötti; 1,0 – 2,0 mm közötti; 2,0 mm-nél nagyobb).

A korábbi vizsgálatok tapasztalatai alapján az U-, Th- és ritkaföldfém-tartalmú ásványok 0,063 mm frakció felett lévő szemcse frakciókban más ásványok – pl. biotit, ritkán amfibol – zárvényaiként fordulnak elő, a 0,063 mm alatti frakcióban pedig önálló ásványként jelennek meg (BURJÁN és ERŐSS , 2000, NAGYNÉ et al, 2005).

A szitálás után a 0,063 – 0,125 mm és a 0,125 – 0,250 mm közötti frakciókat sztereomikroszkóppal vizsgáltuk, hogy átfogó képet kapjunk az ásványi összetételükről.

Ezt követően az ásványfázisok meghatározására röntgendiffraktometriás mérést végeztünk az ELTE Ásványtani Tanszékén. A felvételek *SIEMENS* gyártmányú, *D5000* típusú röntgen diffraktométerrel készültek, a következő mérési paraméterek mellett: csőfeszültség: 40 kV, csőáram: 30mA, sugárforrás: Cu K α ($\lambda= 1.54178 \text{ \AA}$), monokromátor hajlított grafit, goniométer: Bragg Brontano geometria $\theta - \theta$ elrendezéssel. A kiértékelés *PowderX* számítógépes program segítségével történt.

5. Eredmények

5.1. Vályogtéglák radon-kamrával történő vizsgálatának eredményei

Mintaleírások:

M1 nevű minta: KSZM1 ház melletti

Méretei: a=107mm, b1= 79mm, b2=73mm, b3= 74mm, c1=60mm, c2=65mm, c3=65mm

V=510,486 cm³ = 0,5105 dm³

Tömege: 761g.

M2 nevű minta: KSZM építési telek

Méretei: a=88mm, b=80mm, c=78mm

V=549,12 cm³ = 0,5491 dm³

Tömege: 919,76g

T1 nevű minta Tassi ház melletti

Méretei: a= 91mm, b= 96mm, c=48mm

V= 419,33 cm³ = 0,4193dm³

Tömege: 760,7g.

T2 nevű minta Tassi vizes vályog

Méretei: a=68mm, b= 86mm, c= 68mm

V= 397,66cm³ = 0,3977 dm³

Tömege: 643,37g

Minta	A minta nevének magyarázata	Minta előkészítés, mintatömeg
T1	Tassról származó vályogtégla ház melletti	Eredeti mintából kivágott téglatest m= 760,7g
T2	Tassról származó vizes vályogtégla	Eredeti mintából kivágott téglatest m= 643,37g
M1	Kunszentmiklósról származó vályogtégla ház melletti	Eredeti mintából kivágott téglatest m= 761g
M2	Kunszentmiklósról származó vályogtégla építési telek	Eredeti mintából kivágott téglatest m= 919,76g
KSZM/NY/A	Kunszentmiklós, talajminta nyugati fal, A szint	Eredeti, homogenizált m= 189,63g
KSZM/NY/B	Kunszentmiklós, talajminta nyugati fal, B szint	Eredeti, homogenizált m= 215,35g
KSZM/NY/C	Kunszentmiklós, talajminta nyugati fal, C szint	Eredeti, homogenizált m= 228,25

1. táblázat: A vizsgált minták jelölése, előkészítése és tömege

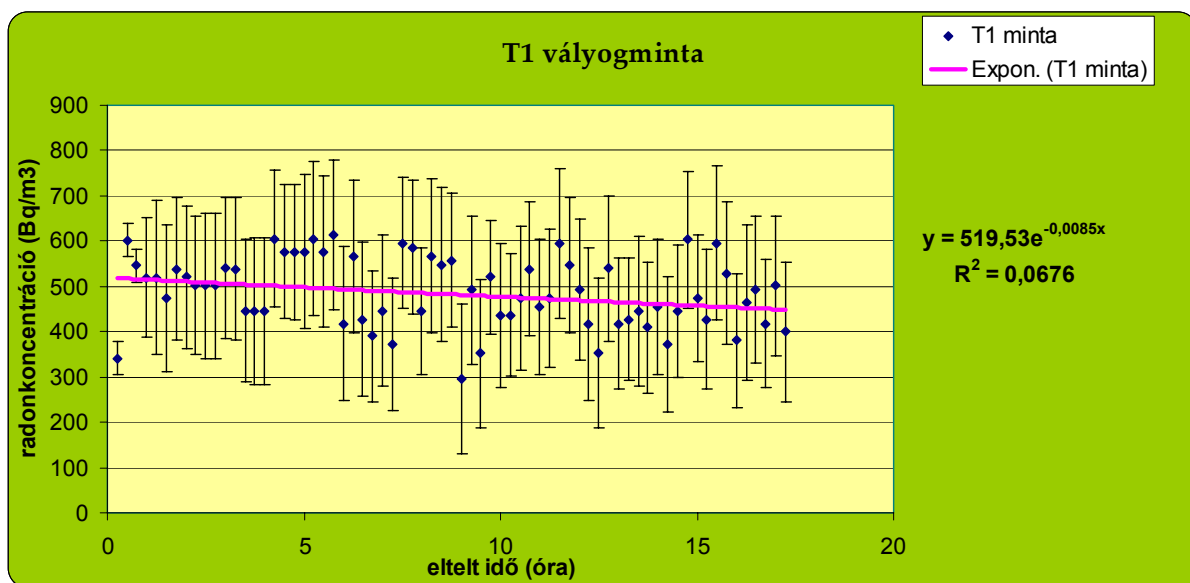
Minta	Rad7	Mérési időtartam	Mért (Bq/m ³)	Háttér (Bq/m ³)	Karma száma	Kamra lezárásának ideje	Mérés kezdete
T1	1622	2007 okt. 19. 15:58-tól okt. 20. 08:53-ig	489 ± 157	0 ± 36	RK1	2007 szept. 25, 14:04.	2007. okt. 19. 15:58
T2	1622	2007 okt. 20. 09:17-től Okt.20.13:53-ig	487 ± 169	0 ± 36	RK4	2007 szept.25, 14:00.	2007. okt. 20. 09:17.
M1	1622	2007 okt.20. 14:10.-tól 20:55-ig	1121 ± 227	0 ± 36	RK2	2007 szept.25. 14:15.	2007 okt.20 14:10
M2	1622	2007 nov. 13. 13:30-tól nov. 14 9:26 ig	723 ± 186	23 ± 52	RK3	2007. okt. 24. 15:00.	2007. nov13. 13:30
KSZM/NY/ A	1622	2007 nov. 14. 8:42-től 19:45-ig	506 ± 161	23 ± 52	RK1	2007. okt. 24. 15:29	2007. nov. 13 08:42
KSZM/NY/ B	1622	2007 nov. 14. 20:15-től nov. 15. 08:10-ig	További vizsgálat szükséges	23 ± 52	RK4	2007. okt. 24. 15:25.	2007. nov.14 20:10
KSZM/NY/ C	1622	2007 nov. 15. 9:05-től 23:45-ig	További vizsgálat szükséges	23 ± 52	RK2	2007. okt. 24. 15:20.	2007 nov. 15. 9:05

2. táblázat: A radonkamrás mérés alapadatai

Miután a minták három hétig voltak lezárva (felezési idő ötszöröse), a radonkamrában RAD7 detektorral megmértük a radon-koncentrációjukat. A 2. táblázat tartalmazza a RAD 7-es mérésekkel kapott eredményeket. Az 1. táblázat összesíti a detektorok számát, kamra lezárásának idejét, a mérés kezdetének idejét és a kamra számát, a mérések pontos időtartamát, valamint a műszer által mért átlagos radonkoncentrációt Bq/m³-ben, illetve annak hibáját.

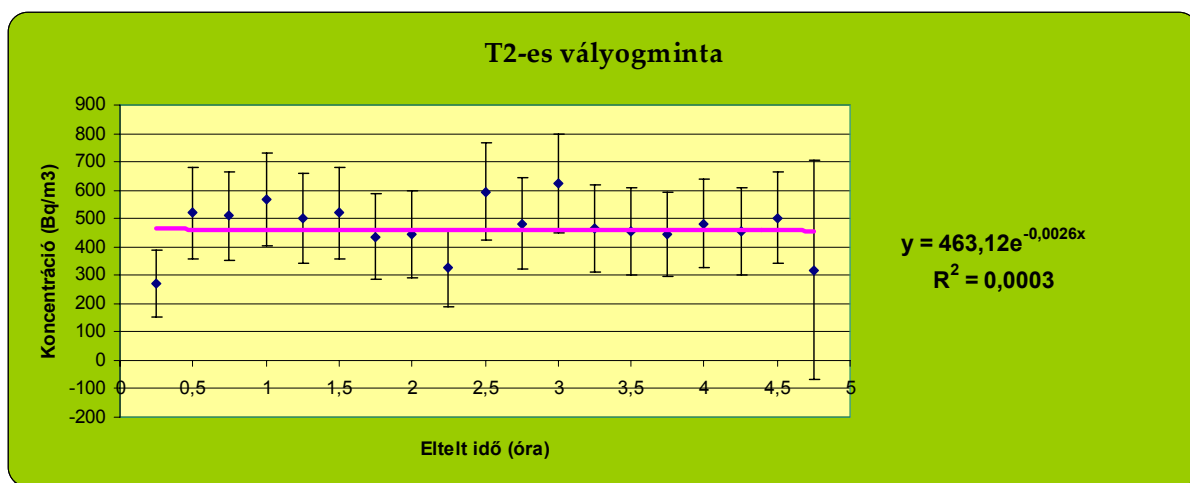
A radonkamrás vizsgálatok közül a talajminták lemérése közül több - a radonkamra bizonyosfokú szivárgása miatt - sikertelen lett, ezeket a mintákat a továbbiakban újra fogjuk mérni. Emiatt a dolgozatban most csak a vályogtégla minták eredményeiről számolunk be.

A RAD7 detektor által mért adatokat excell táblába vittük be, majd a koncentráció értékeket a hozzájuk tartozó hibasávval együtt az idő függvényében diagramon ábráztuk, majd ezt követően minden esetben exponenciálist illesztettünk rá.



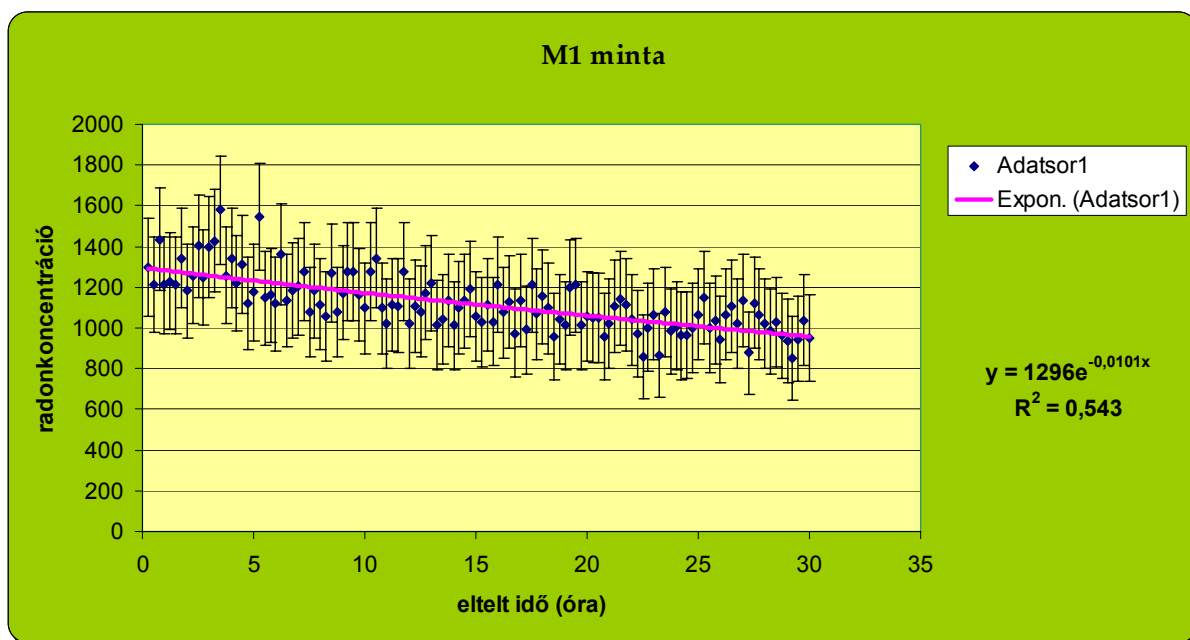
1. diagram: T1-es minta radon koncentrációja az idő függvényében

Az 1. diagramon a tassi ház melletti vályogtéglá minta radonkoncentrációja van ábrázolva az idő függvényében. A mért átlagos koncentráció (C_m) 489 ± 157 Bq/m³. Mivel a koncentráció a mérés során monoton csökkent ebből arra következtethetünk, hogy a kamra mérés közben csekély mértékben szivárgott, ezért a számításoknál átlagértéket használtunk.



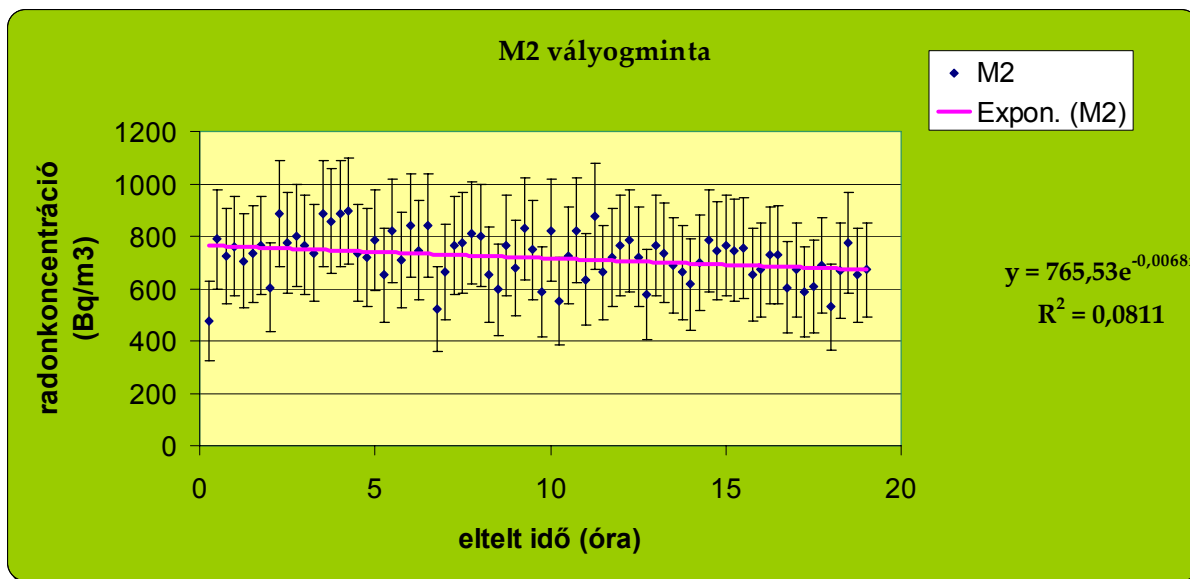
2. diagram: T2-es minta radon koncentrációja az idő függvényében

A 2. diagramon a tassi vizes vályogtéglá minta radonkoncentrációja van ábrázolva az idő függvényében. A mért átlagos koncentráció (C_m) 487 ± 169 Bq/m³. Mivel a koncentráció a mérés során monoton csökkent ebből arra következtethetünk, hogy a kamra a mérés közben csekély mértékben szivárgott, ezért a számításoknál átlagértéket használtunk.



3. diagram: M1-es minta radonkoncentrációja az idő függvényében.

A 3. diagramon a Kunszentmiklósi ház mellől származó vályogtégla minta radonkoncentrációja van ábrázolva az idő függvényében. A mért átlagos koncentráció (C_m) 1121 ± 227 Bq/m³. Mivel a koncentráció a mérés során monoton csökkent ebből arra következtethetünk, hogy a kamra a mérés közben csekély mértékben szivárgott, ezért a számításoknál átlagértéket használtunk.



4. diagram: M2-es minta radonkoncentrációja az idő függvényében

A 4. diagramon a kunszentmiklósi építési telekről származó vályogtégla minta radonkoncentrációja van ábrázolva az idő függvényében. A mért átlagos koncentráció (C_m) 723 ± 186 Bq/m³. Mivel a koncentráció a mérés során monoton csökkent ebből arra következtethetünk, hogy a kamra a mérés közben csekély mértékben szivárgott, ezért a számításoknál átlagértéket használtunk.

A térfogati adatokkal ki tudjuk számolni a kamrában levő tényleges radonkoncentrációt (amit a kamra a kinyitása előtt tartalmazott). Ehhez a következő számításokat szükséges elvégezni:

$C_{lev} = C_m + (C_m - C_h) * T/V$, ahol C_{lev} a kamrában levő tényleges radonkoncentráció; C_m a műszer által mért minta koncentrációja; C_h a műszer által mért háttér koncentrációja; V a kamra és a minta térfogatának különbsége; T a műszer és a csövek térfogata.

$\sigma_{lev} = \sqrt{\left\langle \sigma_m^2 + [(C_m - C_h)^2 * (T/V * 0,05)^2] + (T/V)^2 * \sigma_m^2 + (T/V)^2 * \sigma_h^2 \right\rangle}$, ahol σ_{lev} a kamrában levő tényleges radonkoncentráció hibája; σ_m a műszer által mért minta radonkoncentrációjának hibája; σ_h a műszer által mért háttér radonkoncentrációjának hibája. A kamra levegőjének teljes radonaktivitását jelöljük E-vel (Bq/m^3):

$E = (kamra\ teljes\ térfogata - minta\ térfogata\ literben) / 1000 * C_{lev}$, (Boráros Viola, 2006)

Minta	Kamra száma	Minta térfogata (dm^3)	Kamra teljes térfogata (dm^3)	CS= csövek térfogata (dm^3)	D= detektor térfogata (dm^3)	P= páralekötő térfogata (dm^3)	T= teljes térfogat (CS+D+P) (dm^3)
T1	RK1	0,4193	1,891	0,09281	0,7	0,5498	1,34261
T2	RK4	0,3977	1,780	0,09281	0,7	0,5498	1,34261
M1	RK2	0,5105	1,878	0,09281	0,7	0,5498	1,34261
M2	RK3	0,5481	1,900	0,1081	0,7	0,5498	1,3578

3. táblázat: A térfogati adatok. A 3. táblázatban a térfogat korrekciós számításokhoz szükséges térfogati adatok szerepelnek, illetve hogy melyik minta melyik kamrában volt. A táblázatból kitűnik, hogy minden mintánkat ugyanazzal a detektorral mértük, az első három esetben (T1, T2, M1) a detektor illetve a csövek és a páralekötő is ugyanaz volt. Az M2 mintát szintén ugyanazzal a detektorral és páralekötővel összekapcsolva mértük, de a felhasznált összekötő csövek eltérők voltak.

Minta	C_m (Bq/m^3)	C_h (Bq/m^3)	T/V	C_{lev} (Bq/m^3)	E (Bq)
T1	489 ± 157	0	0,91228	934 ± 216	1
T2	487 ± 169	0	0,97128	947 ± 239	1
M1	1121 ± 227	0	0,9818	2202 ± 325	3
M2	723 ± 186	186 ± 52	1,004	1262 ± 265	2

4. táblázat: A tényleges radonkoncentrációk és exhaláció értékek. A 4. táblázatban a mintákhoz tartozó mért koncentrációk és azok hibái és a térfogati számolással korrigált tényleges (a radon kamrában kinyitás előtt lévő) radon koncentrációk és az azokhoz tartozó korrigált hiba van feltüntetve, valamint a tényleges koncentrációkból

számolt exhaláció értékek. A mért és a tényleges koncentráció értékei között majdnem kétszeres a szorzó, ez azért van mert a detektor + páralekötő + csövek térfogata közel megegyezik a radonkamrák térfogatával. A detektor által mért koncentráció a radonkamra + detektor + páralekötő + csövek együttes térfogatára vonatkozik. Az utolsó oszlopban az exhaláció van feltüntetve, értéke megmutatja hogy a kamrába tett mintáknak mekkora volt az aktivitása, azaz hány bomlás volt másodpercenként. Ezek az exhalációs adatok a konkrét kamrába helyezett mintákra vonatkoznak, ezeket az értékeket extrapoláltuk kg-ra, és feltüntettük az összefoglaló táblázatok közül a c táblázatban.

Összefoglaló táblázatok

Vályog minták neve	Exhaláció (Bq)
T1	1
T2	1
M1	3
M2	2

Összefoglaló/a. Táblázat: Az összefoglaló/a táblázatban a vályogmintákhoz tartozó exhalációs értékek vannak feltüntetve.

Vályog minták neve	Radonkoncentráció (Bq/m ³)
T1	934 ± 216
T2	947 ± 325
M1	2202 ± 325
M2	1262 ± 265

Összefoglaló/b. Táblázat: Az összefoglaló/b. táblázatban a vályogmintákhoz tartozó tényleges radon koncentráció van feltüntetve, azaz a térfogatkorrekciónak utáni értékek.

Vályog minták neve	Exhaláció (Bq/kg)
T1	2
T2	2
M1	4
M2	2

Összefoglaló/c. Táblázat: Az összefoglaló/c. táblázatban a vályog kilogrammonkénti radon exhalációja van feltüntetve, azaz a tömeg extrapolálás utáni értékek.

A radon kamrás vizsgálatok azt az eredményt hozták, hogy a vályogminták közül mindegyik nagy radonexhalációt mutat. Az exhaláció megmutatja, hogy a mintákban kilogrammonként hány bomlás történik másodpercenként.

A Tassról származó mintákban az exhaláció és a radonkoncentráció közel azonos értéket mutat, egy kilogram vályogtéglának 2 Bq az aktivitása, azaz 2 bomlás történik másodpercenként, illetve a koncentrációk 934 illetve 947 Bq/m³.

Ez azt jelenti, hogy a tassi vályog készítésénél homogenizálták az agyagot, vagy eleve ilyen szempontból homogén volt, amit a geokémiai vizsgálatok alátámasztottak. Miszerint a tassi minták esetében nincs olyan jellegű minőségi változás vertikálisan haladva, amely indokolná a rétegek radon koncentrációban való eltérését, tehát ebből a szempontból is homogénnek tekinthető a minta.

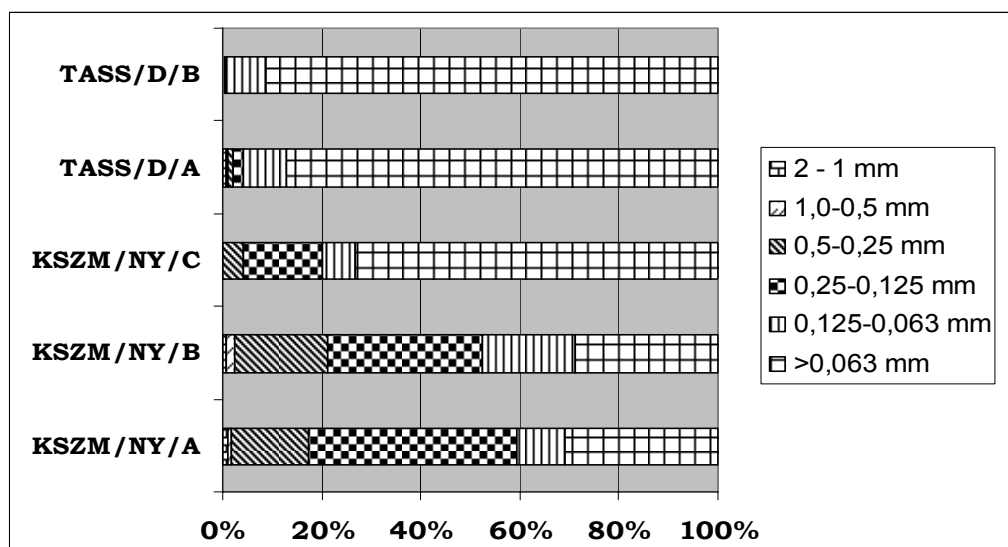
A kunszentmiklósi vályogminták közül az épülő ház mellől származó M1-es minta aktivitása kiugróan magas kilogrammonként 4 bomlás/másodperc, és ez a radon koncentráció értékénél is megmutatkozik (4. táblázat), 2202 Bq/m³, az ehhez felhasznált agyagot korábban vetették, a felszínhez közelebbi szintből (ami körülbelül megfelel a KSZM/Ny/A szintnek, melyik tablazatra tetszenek hivatkozni??). Az M2-es minta esetében az aktivitás illetve a koncentráció értékek is közelebb állnak a tassi minták értékeihez.

5.2. Szemcseméret eloszlás

A minták szemcseméret-eloszlását a 5. táblázat mutatja.

	2 - 1 mm	1,0-0,50 mm	0,50-0,25 mm	0,250-0,125 mm	0,125-0,063 mm	>0,063 mm
KSZM/NY/A	6,4	3,13	93,67	249,53	56,78	183,52
KSZM/NY/B	2,76	7,43	79,37	132,05	77,92	121,93
KSZM/NY/C	0,26	0,15	10,6	44,56	17,91	200,42
TASS/D/A	1,29	1,04	2,6	5,77	20,82	215,38
TASS/D/B	0,25	0,29	0,61	0,96	23,48	274,28

5. táblázat: A vizsgált minták szemcseméreteinek tömege g-ban



5. diagram: A vizsgált minták szemcseméret-eloszlása %-ban megadva. Az 5. diagram mutatja a szemcseméret eloszlásbeli különbségeket. A tassi mintákban a meghatározó 0,063 mm alatti, ehhez hasonló szemcseméretbeli eloszlást mutat a KSZM/NY/C jelű minta. A KSZM/NY/A és B jelű mintákban az előzőkkel ellentétben jelentős mennyiségű a 0,25-0,125 mm közötti frakció is.

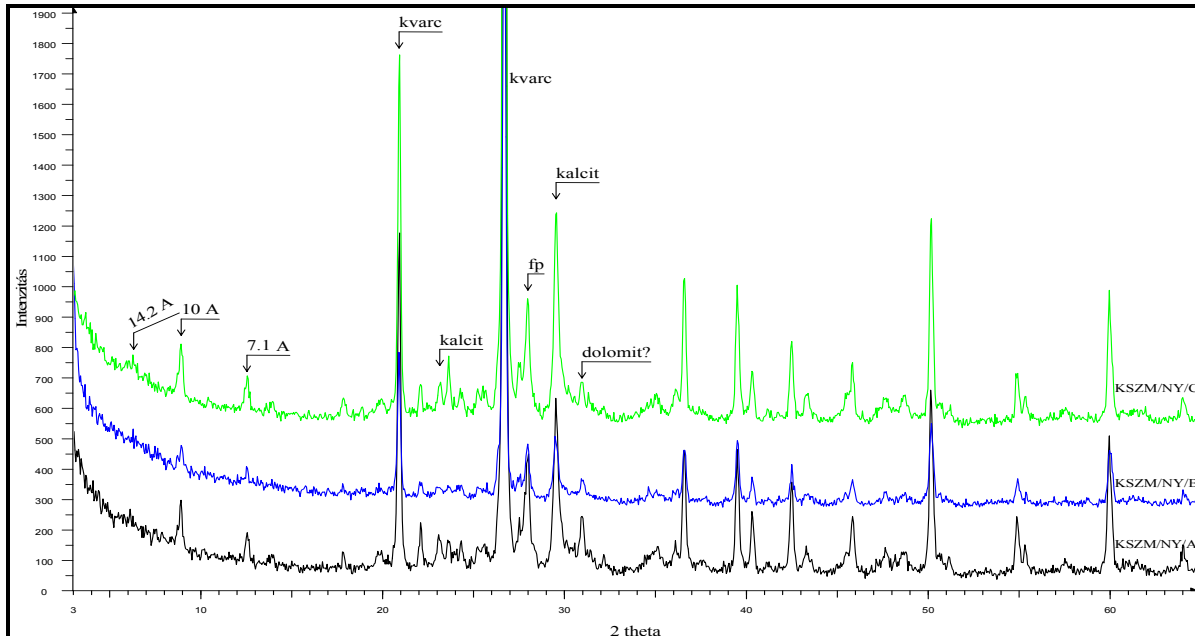
5.3. Mikroszkópos leírás

A mintákat a 0,063-0,125 mm és a 0,125-0,250 mm közötti frakcióban sztereomikroszkóppal vizsgáltuk, hogy átfogó képet kapjunk az ásványi összetételükről. A vizsgálatok alapján mind a tassi, mind a kunszentmiklósi területről származó minta kvarcot, kétféle csillámot (biotitot, muszkovitot) tartalmazott, csak az összetevők arányaiban volt különbség. A kunszentmiklósi mintákban (KSZM/NY/A, B, C) a kvarc dominál, a csillámok és egyéb elegyrészek csak alárendelt mennyiségben vannak jelen. Ezzel ellentétben a tassi mintákban (TASS/A, B) a csillámok mennyisége a meghatározó a többivel szemben. Feltűnő, hogy a vizsgált minták mindegyikében ezek a szemcsék erősen koptatottak, töredezték és általában önálló ásványszemcséként figyelhetők meg.

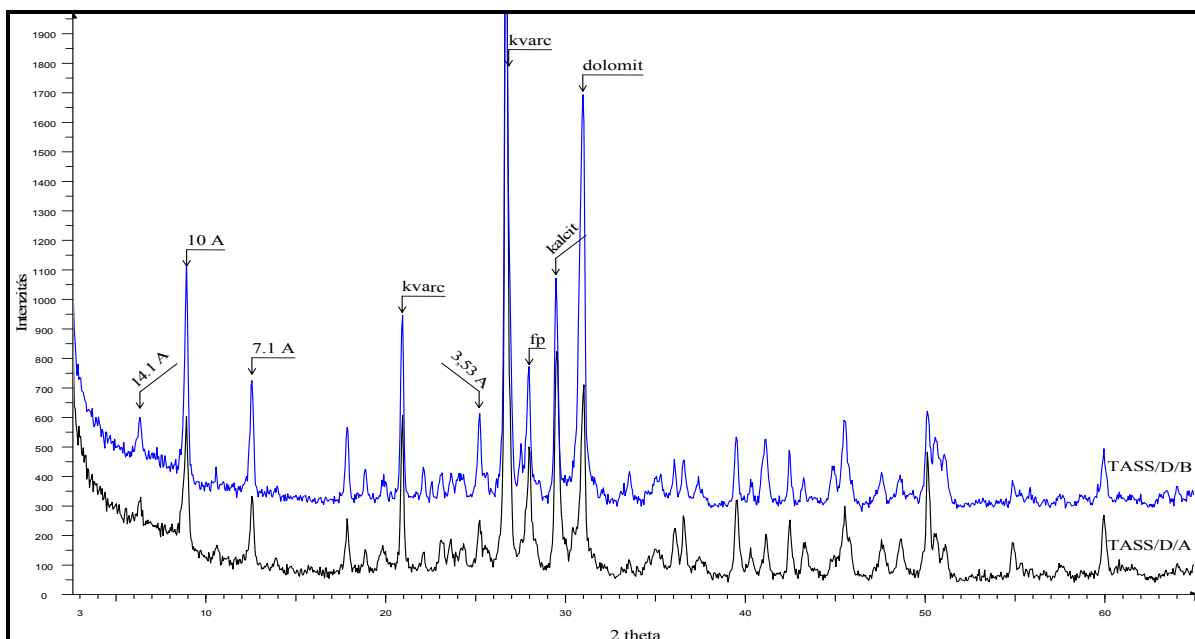
5.4. Röntgendiffrakciós vizsgálat

A minták ásványos összetételének meghatározásához a teljes mintákból készítettünk röntgendiffrakciós felvételt. Az öt mintáról készült spektrumok kiértékelése alapján mindegyik mintában található kvarc, kalcit, földpát és dolomit. A kunszentmiklósi mintákban (KSZM/A, B, C) egyértelműen nem elkülöníthető, hogy a 7,1 Å- és a 14,1 Å-nél jelentkező csúcspárok klorit-hoz vagy kaolinit-hoz tartoznak, illetve a 10,1 Å-nél jelenkező csúcs illit-hoz vagy csillám-hoz tartozik-e (6.ábra). A bizonytalanság oka, hogy a klorit és kaolinit ásványoknak,

azonos rácsávolságoknál ($d=7,1 \text{ \AA}$ és $d=14,1 \text{ \AA}$) jelentkeznek a fő csúcsaik. A tassi mintákban (TASS/ A, B) a klorit már jobban elkülöníthető mert a $7,1 \text{ \AA}$, $14,1 \text{ \AA}$ -nél jelentkező csúcsai mellett megjelenik a $3,53 \text{ \AA}$ -nél lévő csúcsa is, azonban a $10,1 \text{ \AA}$ -nél lévő csúcs itt is tartozhat illithez vagy csillámhoz (7. ábra).



6. ábra: A Kunszentmiklósi KSZM/NY (A, B, C) jelű minták rtg diffrakciós spektrumai (a spektrumokat y-tengely mentén eltoltuk)



7. ábra: A Tassi TASS/D (A, B) jelű minták rtg diffrakciós spektrumai (a spektrumokat y-tengely mentén eltoltuk)

6. Összefoglalás

A radonkamrás vizsgálatok azt mutatják, hogy a vályogminták közül mindegyik nagy radon exhalációt mutat, ezen belül a Tassról származók közel azonos radon koncentrációval és exhalációval rendelkeznek, valamint a tassi vályogtéglák esetében a minta nedvességtartalma szignifikánsan nem befolyásolta a radonkoncentrációt és exhalációt. A kunszentmiklósi vályogminták közül az M1-es minta aktivitása kiugróan nagy, az ehhez felhasznált agyagot korábban termelték ki, a felszínhez közelebbi szintből (ami körülbelül megfelel a KSZM/NY/A szintnek, inkább abrara, fenykepre is kelemen hivatkozni'). Az M2-es minta aktivitása hasonló a tassi mintákéhoz. A talajminták további radonkamrás vizsgálata várhatóan alá fogja támasztani a vályogtéglákból származó eredményeket.

A vályogminták alapanyagául szolgáló agyagok geokémiai vizsgálata az atomfizikai mérésekhez szorosan kapcsolódnak, mivel segítségükkel azokat alátámaszthatjuk és magyarázhatjuk. Ezt nem teljesen értem!

A radionuklidok a szemcsék felületén adszorbeálódnak, ezért a nagy fajlagos felülettel rendelkező szemcséken több radionuklid képes megkötődni. A szemcsék felületén megkötődött radionuklidok bomlásakor a leányelemek - mint például a radon - könnyebben tud a pórusterbe, majd onnan a lakóterbe kerülni, ahol felhalmozódhat. A vizsgált területről származó minták agyagos talajok. A hatékonyabb vizsgálatok elvégzése érdekében szitálással hét frakcióra osztottuk a mintákat (<0,063 mm - >2 cm között). A mintákból származó szemcsék mikroszkópos vizsgálata a szemcsék repedezettségét és nagyfokú koptatottságát mutatta. Az ásványfázisok meghatározására röntgendiffrakciós vizsgálatot alkalmaztunk minden mintára. A vizsgálat során kvarcot, kalcitot, földpátot tudtunk meghatározni egyértelműen, illetve a tassi mintákban a kloritot. Es a bizonytalan??, ami azért elég sok??? Korábbi kutatások kimutatták, hogy a 0,063 mm feletti szemcse tartományokban az U, Th tartalmú ásványok más ásványok zárványiként is előfordulhatnak, alatta pedig önálló szemcséként (BURJÁN et al., 2002). Ezeknek az ásványszemcséknek a pontosabb meghatározásához további vizsgálatként szeretnénk első sorban mikroszondás elemzéseket végezni.

7. Köszönetnyilvánítás

Dolgozatunk elkészítéséhez nyújtott nélkülözhetetlen segítségükért szeretnénk köszönetet mondani témavezetőinknek: Szabó Csabának és Horváth Ákosnak. Köszönet illeti konzulensünket: Breitner Dánielt, akinek türelme és hasznos tanácsai sokat segítettek dolgozatunk megírásában.

Továbbá köszönettel tartozunk Papp Botondnak az Atomfizikai Tanszéken végzett mérésekben nyújtott segítségért, Nagy Hedvignek az atomfizikai mérésekben nyújtott segítségéért, valamint a Litoszféra Fluidum Kutató Laboratórium valamennyi tagjának támogatásukért és kitartó lelkesedésükért.

8. Irodalomjegyzék

- ALLEN, J. R. L. (1964): Studies in fluvial sedimentation: six cyclothem from Lower Old Red Sandstone, Anglowelsh basin, *Sedimentology*, 3., 163-198. old.
- ALLEN, J. R. L. (1965): A review of origin and characteristics of recent alluvial sediments, *Sedimentology*, Special Issue, 5/2, 1- 191, 163-164. old.
- ARGON-GEO KFT (2006): Tesco Áruház részletes talajmechanikai szakvélemény
- ARVELA, H. (1995): Seasonal variation in radon concentration of 3000 dwellings with comparisons. – *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 59, No. 1, 33-42. old.
- BALOGH Z. ZS. (1999): Radon-anomália oka: ásvány- kőzettani vizsgálatok a Sajó-Hernád hordalékkúpon . Diplomamunka, ELTE Kőzettani- és Geokémiai Tanszék
- BARTHA, F. (1971): A Magyarországi pannonkori képződmények kutatásai, Akadémiai kiadó
- BORÁROS, V. (2006): A permiai vörös homokkő radonkibocsátásának vizsgálata a Balaton-felvidéken
- BURJÁN, ZS., NAGY-BALOGH, J., GÁL-SÓLYMOS, K., SZABÓ CS. (2002): Spectrochemical study of potential source minerals of radon anomaly. *Microchem. Journal* 73, 47-51. old.
- BURJÁN ZS., ERŐSS A. (2000): A radonanomália eredetének geokémiai vizsgálata egy velencei-hegységi előfordulás példáján. TDK dolgozat.
- CHANG, R. (1991): *Chemistry*. McGraw-Hill, New York, Fourth edition, 1060 old.
- CSÁSZÁR G. (1997): Magyarország litosztratigráfiai alapegységei. MÁFI, Budapest
- IVANOVICH, M., HARMON, S. RASSEL (1982): Uranium Series Disequilibrium: Applications to Environmental Problems, *Clarendon Press, Oxford*, 571 old.
- JÁMBOR Á. (1989): Review of geology of the s. l. Pannonian formations of Hungary, *Acta geologica Hungarica* 32, 269-324. old.
- JUHÁSZ, GY (1992): Pannóniai formációk elterjedése az Alföldön, *Földtani Közlöny* 122/2-4, 134-162. old.
- JUHÁSZ GY. (1993): Vízzintingadozások bizonyítékai az alföldi pannonban, *Földt. Közl.* 123/4, 379-398. old.
- JUHÁSZ GY., MAGYAR I. (1993): Pannon litofáciesek és molluszká biofáciesek korrelációja, *Földtani Közlöny* 122/2-4, 167-194. old.
- JUHÁSZ GY. (1998): A magyarországi neogén mélymedencék pannóniai képződményeinek litosztratigráfiája- in: Jámbor Á. Bérczi: Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana

- KELLER, E. A. (1988): Environmental Geology, Merrill Publishing Company, A Bell&Howell Informaton Comapny, Columbus Toronto London Melbourne, 345–346 old.
- KÖTELES GY. (1994): A radon a környezetünkben. Fizikai szemle 1994/6, 233-240. old.
- MARKETING KIADVÁNY, A VÁLYOGÉPÍTÉS TECHNOLÓGIÁJA, A VÁLYOG MINT ÖKOLOGIKUS ÉPÍTŐANYAG, 2007 január, Kunszentmiklós.
- MOLNÁR B. (1962):A Duna-Tisza közti eolikus rétegek felszíni és felszínalatti kiterjedése, Földtani közlöny, 91/3, 300-315 old.
- MOLNÁR B. (1973): Az Alföld harmadidőszak-végi negyedkori feltöltődési ciklusai, Földtani Közlöny, 103, 3-4 old.
- NAGY B.-NÉ, GÁLNÉ SÓLYMOS, K., SZABÓ, Cs., BARABÁS, A., BREITNER, D., RAJNAI G., KONC Z. (2005): U- és Th-taralmú járulékos ásványok és szerepük a természetes sugárterhelésben. 48. Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlés előadásai, Hajduszoboszló, MKE kiadvány 105-109. old.
- NAZAROFF, W.W. AND NERO, A.V.JR. (1988): Radon and its decay products in indoor air. John Wiley&Sons, New York, 518 old.
- PÉCSI M. (1967): Magyarország Földrajza- A dunai Alföld- Akadémiai Kiadó, Budapest
- PÉCSI M (1972): A légköri és kozmikus hatás oka a felszindomborzat alakulásában, MTA Föld- és Bányászattud. Oszt. Közl. 3., 181-194 old.
- SCHUMANN, R. R., PEAKE, R. T., SCHMIDT, K. M., OWEN, D. E. (1991): Correlations of soil-gas and indoor radon with geology in glacially derived soils of the northern Great Plains. In: Schumann, R. R. and Gundersen, L. C. S. (1996): Geologic and climatic controls on the radon emanation coefficient – Environment International, Vol. 22, Suppl. 1, S439-S446. old.
- SCHUMANN, R. R. AND GUNDERSEN, L. C. S. (1996): Geologic and climatic controls on the radon emanation coefficient – Environment International, Vol. 22, Suppl. 1, pp. S439-S446.
- SEMKOW, T.M., PAREKH, P.P. (1990): The role of radium distribution and porosity in radon emanation from solids. Geophysical Research Letters (American Geophysical Union). 17, 6. old.
- SOMLAI J., TARJÁN S., KANYÁR B. (2000): “A bomlás virágai” – Radioaktív sugárzások és környezetünk., Eto-Print Nyomdaipari Kft. Budapest 40 old.

SZÉLES M. (1968): Az alföldi szénhidrogénkutató fúrások által feltárt pliocén képződmények összefoglaló rétegtani és őslénytani értelmezése – Kőolaj és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium 27. old.

TANNER, A. B. (1980): Radon migration in the ground: supplementary review. *In: NAZAROFF, W.W. AND NERO, A.V.JR. (1988): Radon and its decay products in indoor air, John Wiley&Sons, New York, 518.old.*

TÓTH E. (1999): A radon a magyar falvakban. Fizikai szemle 1999/2, 44-49. old.

UBRANCSEK J. (1965): Az Alföld negyedkori földtani képződményeinek mélyszerkezete, Hidrológiai Közlöny, 45/3, 111-124. old.

<http://209.85.129.104/search?q=cache:BMrGQGPOYNgJ:www.taki.iif.hu/english/soilsci/toth/abstr/TSZ2006FULL.pdf+Csepeli+s%C3%ADk&hl=hu&ct=clnk&cd=10>