

Az ismeretlen veszélytől mindig jobban fél a lélek.  
(Publilius Syrius)

Csörgő Terézia:

## A RADONSUGÁRZÁS MÉRÉSÉNEK TAPASZTALATAIBÓL

A történelem során mindig szorongás, sőt félelem övezte az ismeretlent. Ez az érzés mindaddig jelen volt, amíg valaki fel nem ismerte az idegen anyag, jelenség tulajdonságait, keletkezésének körülményeit, és meg nem tanította, hogyan kell azzal bánni és együtt élni. Az utóbbi évtizedekben - a mindig is misztikusnak számító - radioaktivitás iránt nőtt meg a figyelem. Ennek fő kiváltója a csernobili atomerőmű-katasztrófa volt.

Részben az előbbieket jegyében indult meg a Lehel Vezér Gimnáziumban 1989-ben a több évre tervezett természettudományos kutatómunka. Megfigyeléseink, méréseink középpontjába a természetben is előforduló (Csernobiltól függetlenül) radioaktív anyag, a *radon* került. A radon színtelen, szagtalan, nemesgáz. A mindennapokból ismert többi izotóp nemesgáztól (hélium, kripton, neon) eltérően a radon *alfa-sugárzó* nemesgáz. A radon az urán ( $^{238}\text{U}$ ) radioaktív bomlásakor keletkezik, közvetlen anyja a  $^{226}\text{Ra}$  Rádium, mely a földkéregben különböző koncentrációban mindenütt megtalálható.

Környezetünkben vannak ember által létrehozott sugárforrások (pl. orvosi röntgensugárzás, televízió, világító számlapú óra stb.) de a lakásokban az ionizáló sugárzást a radon alfa-sugárzása okozza. A radon könnyen mozgó nemesgáz, mely a keletkezés helyétől (a talajból, a vízből, a falból) még bomlása előtt a lakásba szivároghat.

A lakásban a radon-koncentráció függ:

- a ház alatti talajtól,
- az építőanyag minőségétől,
- a háztartási víztől,
- az időjárástól (évszakok)
- a ház alapincézettségétől,
- a lakás a ház melyik szintjén van,
- a lakás szellőztetéséről,
- a lakók dohányzási kultúrájától,
- a lakás fűtési rendszerétől.

A lakás levegőjébe került radont belélegezve alfa-sugárzás okozhat gondot, de a por-, a füstreszecskekre rakódott bomlás utáni leánymagok is veszélyt jelenthetnek.

### *A kutatómunka*

A  $^{222}\text{Rn}$  felezési ideje (bomlása) 3,825. Ez a felezési idő lehetővé teszi a vizsgálatot.

1989-ben a méréseket Boros Dezső vezetésével kezdték el a diákok, az ún. porszívós méréssel: a mérés során a levegő aeroszoljait fél óráig működő porszívós csövére helyezett 6 rétegű orvosi gézen keresztül gyűjtötték. A porszívózás alatt a levegőben levő porszemcsék rátapadtak a gézlapra, ezek aktivitását a Geigner-Müller számláló segítségével könnyen mérhették, és számítógépen rögzítették. Ezt a mérést technikai nehézségek miatt be kellett fejezni.-

1990 tavaszán több lelkes diákkal kezdtük meg a szilárdtest-nyomdetektorral való munkát, melyhez a debreceni Atommagkutató Intézettől kaptunk segítséget. A csoport e dolgozat végső megformálásában is részt vállalt.<sup>1</sup>

A munkához használat szilárdtest-nyomdetektor készülhet kristályos anyagból vagy műanyagból. A csoport műanyagból készült szilárdtest-nyomdetektorral dolgozott. A műanyagban az ionizáló sugarak lánchasadást idéznek elő, így a radonból származó *alfa*-sugár ( $4/2 \text{ He}^{++}$ ) is.

Létrejön egy rombolási csatorna, melyet lúgos maratással (NaOH-dal) meg lehet nagyítani, ugyanis kémiailag nagyon érzékeny terület. A kezelt műanyagban lévő nyomok projekciós mikroszkóp látómezején megszámlálhatók. A megszámlált *alfa*-sugár-nyomokból meghatározható a radonkoncentráció.

## 1. ÁBRA !!!

Alfa- sugár felnagyított nyomai (Mikroszkóp-látómezőn)

### *A mérés folyamata*

Kiválasztottuk az utcákat Jászberény térképen, majd vállalkozó diákokat kerestünk, akik a környéken laktak és kihelyezték a detektorokat.

Elkészítettük a "radoncsapdákat", a detektorokat:

a) Átlyukasztott tetejű filmes dobozba beragasztottuk a speciális műanyag 1 cm x 1 cm nagyságú darabját. A műanyaglapocskára azonosító jelzést kapott, ha a talajba került T, ha a lakásba L betűt és sorszámot.

b) A filmes dobozt azután polietilén-fóliából készült zacskóba zártuk. A polietilénfólia csak a radont engedi be a dobozba, ahol az bomlik, a bomláskor keletkező alfa-sugár nyomot hagy a műanyaglapocskán.

A műanyagzacskóra is rákerült a dobozban lévő műanyaglapocskára azonosító jelzése (kód).

Az így elkészített detektorok kihelyezésre kerültek a talajba vagy a lakásba.

A talajradon méréséhez a detektort 80 cm mélyre kellett leásni. 1-2 hónapig voltak a talajban, így is elegendő nyomot hagyott a radon.

A lakásradon méréséhez hosszabb expozíciós időre volt szükség, 4-6 hónapig voltak a detektorok a mérőhelyen (legjobb hely a csillár, de mindenképpen faltól távol).

Az expozíciós idő leteltével a maratás, a nyomszámolás, ebből a radonkoncentráció ( $C_{Rn}$ ) számítása (mértékegység:  $\text{KBq/m}^3$  ill.  $\text{Bq/m}^3$ ) majd az értékelés következett.

### *Mérési eredményeink*

#### A lakásradonmérés

Öt alkalommal mértünk lakásokban, az első mérés még a gyakorlat megszerzését jelentette. Expozíciós idők:

1990. április - október  
1991. június - október  
1991. november - 1992. április

---

<sup>1</sup>Hidas Katalin, Kardos Orsolya és Kókai Ibolya a Lehel Vezér Gimnázium tanulói

1992. október - 1993. január  
1993. május - október

A kiadott detektorok száma 242 volt, ebből 198-at tudunk értékelni (a többi festékes lett, kibontották véletlenül, költözéskor elveszett.)

## 2. sz. ábra

A 2. sz. ábráról leolvasható adatok évenként az összes mért lakásra vonatkoztatva mutatják be a lakás-radonkoncentráció megoszlását. A végső összesítésben az átlag-radonkoncentráció: 39,85 Bq/m<sup>3</sup>, ami alatta van az elfogadott közép-európai: 55 Bq/m<sup>3</sup> átlagnak. Mivel a város sok pontján mértünk (bár maradtak fehér foltok, ahol nem volt vállalkozó a detektor kihelyezésére), a fenti átlagradonkoncentráció Jászberény viszonylatában is elfogadható.

A lakásdetektorok értékelésekor több szempont szerint dolgoztunk:

### 1. Az időjárás

Esős időben, ha növekszik a talajnedvesség, csökken a Rn-kiáramlás. Ezt a következőképpen mutatják a méréseink:

1991 nyár-ősz	esős időszak	20,41 Bq/m <sup>3</sup>
1991-92 tél, tavasz	kevés csapadék	25,81 Bq/m <sup>3</sup>
1992-93 ősztél	nincs csapadék, szokatlan hideg	82,57 Bq/m <sup>3</sup>
1993 nyár, ősztél	kevés eső	30,63 Bq/m <sup>3</sup>

### 2. Az építőanyag és származási helye

A mért lakásokról adatlap kitöltését kértük<sup>2</sup>

---

#### <sup>2</sup> L A K Á S R A D O N A D A T L A P

azonosító kód

Detektor kihelyezve:  
beszedve:

Lakcím:  
(megye)

A ház építési ideje:

A lakás

- típusa: családi ház, sorház, lakótelepi,.....
- komfort: összkomfort, komfortos, félkomfortos, komfort nélküli
- mérete: .....m<sup>2</sup> .....db szoba
- alapincézett: igen teljesen, igen részben, nem

A szoba amelyben a mérés történik

- mérete: hossza: .....m, szélessége: .....m,  
magassága: .....
- földszinti, .....emeleti
- fűtése: távfűtés, központi (gáz, olaj, szén, fa)  
egyedi fűtés (gáz, olaj, szén, fa)
- falak anyaga: vályog, tégl, beton, gázbeton, fa, kő, szilikát.

Nem minden esetben tudták, ismerték az ott lakók pl. a ház építési idejét, az építőanyagszármazási helyét, ennek ellenére több dolgot összegezhettünk.

Mérés éve	1991		1991-92		1992-93		1993	
Építőanyag	Átlag CRn Bq/m <sup>3</sup>	Lakásszám	Átlag CRn Bq/m <sup>3</sup>	Lakásszám	Átlag CRn Bq/m <sup>3</sup>	Lakásszám	Átlag CRn Bq/m <sup>3</sup>	Lakásszám
Vályog	27,4	8	40,2	14	101,1	12	18,8	3
Szilikát	15,2	5	35,3	5	91,1	6	39,4	5
Tégla	15,1	26	24,4	23	82,1	34	27,4	23
Gázbeton	18,3	5	19,3	3	68,8	2	-	-
Beton	14,7	4	9,7	2	68,6	9	35,7	9

Átlag-radonkoncentráció építőanyagoként

A táblázatból kitűnik: az 1993-as mérés kivételével a *vályogból* épült házaknál legmagasabb a CRn.

A *téglából* épült lakások átlag-radonkoncentrációjáról - mivel elég nagy számú mérés volt (106) - elmondható, hogy az időjárás függvényében változik és alatta van az elfogadott értéknek (55 Bq/m<sup>3</sup>).

3. sz. ábra

Hét lakásban 4 egymás utáni évben volt mérésünk. A 3. sz. ábra tartalmazza a radonkoncentráció-értékeket, melyek évente eltérnek, de összehasonlítva pl. a szilikátból épült lakásokat egy-egy éven belül a változás nagyon hasonló.

Az építőanyagot származási hely szerint vizsgálva a vályogházakról gyűjthettünk több adatot. A vályogból épült házhoz Jászberényben leginkább a Zagyva árterén vetették a vályogot.

Néhány házban mért értékek:

Építés éve	Radonkoncentráció Bq/m <sup>3</sup>
1900 körül	101,32
1910	108,00
1948	112,68
1950	101,62
1950	80,68
1955	84,17

Ezek magas értékek, melyek a vályog összetételéből egyértelműen következnek.

Az alápincézett és pince nélküli házak radonkoncentráció értékeit jó megközelítéssel a téglából és a szilikátból épült házak esetében tudtuk összehasonlítani, mivel itt volt megfelelő számú adatunk.

- 
- az építőanyag származási helye:
  - a fal borítása: tapéta, festett, meszelt, .....
  - padlóburkolás: parketta, PVC, padlószőnyeg
  - ha földszinti a szoba, van-e alatta pince: igen , nem
  - szellőztetés (óra/nap)

nyáron:

ősszel:

télen:

tavasszal:

Építőanyag	Alápincézett átlag- radonkoncentráció Bq/m <sup>3</sup>	Pince nélküli átlag- radonkoncentráció Bq/m <sup>3</sup>
Tégla	34,18	43,7
Szilikát	37,77	44,98

A pince nélküli házakban a ház alatti talajból származó radon növelte a lakás radonkoncentrációját.

A többszintes házak szintenkénti átlag-radonkoncentrációját az 1992-93-as mérésünk a tégláépületekre vonatkozóan mutatja: (nagy számú mérőhely miatt)

	Bq/m <sup>3</sup>	Lakásszám
Földszint	92,2	18
I. emelet	72,2	13
II. emelet	62,1	2
III. emelet	68,6	csak egy

A fentiekből kitűnik, hogy a földszinten magasabb a radonkoncentráció, felfelé haladva a talajradon kevésbé befolyásoló tényező.

Az előző értékeket különböző házak különböző szintjein mértük. Ezt követően viszont lehetőség adódott arra, hogy egymást követő években mérhessünk egy ház különböző szintjein:

	1. mérés Bq/m <sup>3</sup>	2. mérés Bq/m <sup>3</sup>
Földszint	94,1	41,1
I. emelet	74,4	36,5
II. emelet	51,1	29,1
III. emelet	108,9	38,2

A második mérés alkalmával kisebbek az értékek, az eltérés valószínűleg az évszakbeli különbségből adódik. Feltűnő, hogy a harmadik emeleti lakásban mind a két méréskor magasabb radonkoncentrációt mértünk. Ebben az esetben tehát megtört a korábban tapasztalt csökkenés. Mindennek több oka lehet:

- dohányoztak a lakásban,
- kevesebbet szellőztettek,
- esetleg igen jó a lakás szigetelése.

Következtetéseink a lakásradon mérések alapján:

Jászberény különböző részein mért adataink közel vannak a közép-európai átlaghoz (55 Bq/m), és a szakirodalomban megadott, elfogadható lakószobai radonkoncentráció határértékekhez. (100-150 Bq/m).

Évenkénti összehasonlításban jól érzékelhető a környezet sokirányú és változó hatása. Egyértelműen megállapítható, hogy a lakótéri radonkoncentráció gyakori szellőztetéssel, a dohányzás mellőzésével és a ház alatti pince készítésével csökkenthető.

### *A talajradonmérés*

A talaj radonkoncentrációját a 238-as urántartalom határozza meg dominánsan. A szakirodalomból ismert, hogy az agyagpala, az agyagos hordaléktalaj számottevő mennyiségű uránt tartalmaz.

A Jászszágra jellemző a löszös, illetve az agyagos talaj. A geológiai szakirodalomból viszont az is ismert, hogy a föld mélyéből feltörő különböző gázok talaj-, illetve levegő felé áramlását a tektonikus törésvonalak megkönnyítik. Ugyanez a radongáz áramlására is

vonatkozik. A szilárd földkéreg mélyében a Jászág alatt is rejtőznek tektonikus törésvonalak. Talajradonmérésünket az említettek mellett az is motiválta, hogy a vályogházakban magasabb radon aktivitáskonzentrációt mértünk. A vályogról, erről az ősi építőanyagról viszont köztudott, hogy nedves agyagból készül, amit Jászberényben szinte mindenütt megtalálunk, főleg a Zagyva árterein.

Talajradon mérést három alkalommal végeztünk a következő expozíciós időkben:

1990. április-június

1991. november-december

1993. október-december

Az utóbbi két méréskor 95 detektort helyeztünk ki a talajba, részben a lakásradon méréssel párhuzamosan, részben pedig a Zagyva városi ágának árterébe.

Értékelni 64 detektort tudtunk, adatainkat a 4.sz. ábra szemlélteti. (Az elásott detektorok egy részét nem találtuk meg, illetve használhatatlanná váltak.)

#### 4. sz. ábra

##### A mérési eredmények

ismeretében megpróbáltunk összefüggést keresni a vályog és a

külöND□€□O□š~dd□Ä□gR□□□D□RçR`“Ž□R□Ž €□€□□Š□□:9p□'□ □

□□□€'@×ëöëčč\@,@Ô,fTččAÑäéÑÖE,,ž□□□!ž□□□□ž □ 2óDárt mutatnak, de néhány tény légis megállapítható:

a. bármilyen építőanyagból készültek a házak - ha pince nem volt alattuk -, a lakásban mért radonkoncentráció értéke magasabb. Mindezt feltételezhetően a talajból közvetlenül a lakásba jutó radon befolyásolja. Az építőanyag és a talaj együttes hatását a vályogépületek mutatják, annál is inkább, mert ezekben a házakban kevesebb esetben van pince.

b. A Zagyva árterén és a város különböző pontjain a kertek talajában végzett mérések radonkoncentráció-értékei összecsengenek egymással és a szakirodalom adataival is. Megnyugtató az azonban azt is el kell mondani, hogy a Duna és a Tisza között alacsonyabb a radonkoncentráció, mint a hegyvidékeken, illetve a Dunántúl karsztos területein.

##### Zárszóként

A radonmérő munkában mintegy 200 diák vett részt. Többségük elsősorban a detektorok kihelyezésénél szorgoskodott, 25-en viszont az előkészítő, a feldolgozó és az értékelő folyamatból is komoly részt vállaltak. Nem a felnőttek által előírtakat végezték el, nem a mások által elvégzett méréseket ismételték meg, hanem saját ötleteik alapján, különböző szempontokra ügyelve kutattak.<sup>3</sup>

Nagyon sokat tanultak a környezetről és radioaktivitásról. Hosszú utat tettek meg a pusztá kíváncsiságtól a tudatos kutatásig. Értelmezték és értékelték a kapott eredményeket, összefüggéseket, kapcsolatokat fedeztek fel közöttük. Talán ennél is fontosabb, hogy közel került hozzájuk a radioaktivitás, természetes, fontos dologgá vált számukra, olyannyira hogy nem kelt bennük félelmet. Megtapasztalhatták, hogy a mindennapi levegőben benne van a radioaktivitás, amely háttérként hasznos is számukra.

##### Felhasznált irodalom

<sup>3</sup>Munkánkat az egri, paksi, soproni, jászberényi fizika tanári ankétokon, őszi egyetemeken mutattuk be. Diákpályázaton több alkalommal díjazták tevékenységünket (Paksi Atomerőmű 4, Debrecen ATOMKI 1 alkalommal. .

Fizikai Szemle 1990. 5.sz.

Lennart, Samuelsson: Radon a lakásban

I.U. Ahmed: Radon észlelési módszerek

Fizikai Szemle 1993. 4.sz.

Lars Mjones: Védekezés a radon ellen - A svéd példa

Izotóptechnika, Diagnosztika: 1989. 32.sz.

Radon aktivitáskonzentrációjának mérése...

Tóth Árpád: A lakosság természetes sugárterhelése. Akad.K. Bp. 1983.

Dr.Fodor Ferenc: A Jászság életrajza. Egyetemi Nyomda, Bp. 1991.

Dr. Nagy Mihály: Magfizikai kísérletek nukleáris nyomdetektorokkal. Műszaki Könyvkiadó.