

B4269

Sós Katalin

**A RADIOAKTÍV HÁTTÉRSUGÁRZÁS VIZSGÁLATÁNAK
EREDMÉNYEI SZEGEDEN**

PhD értekezés tézise

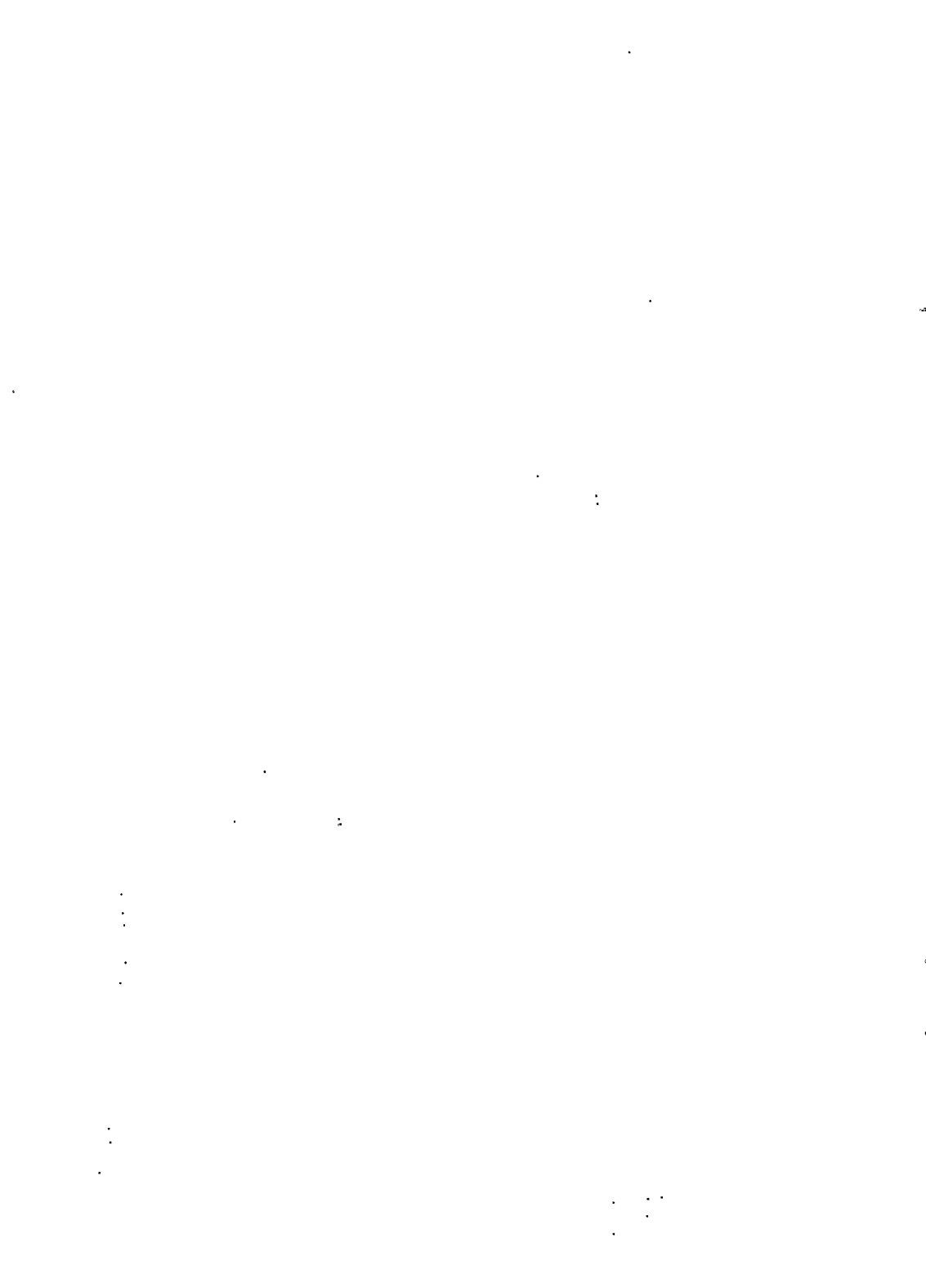
Témavezető:

Dr. Szederkényi Tibor
egyetemi tanár



Szegedi Tudományegyetem
Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék

2006



I. Bevezetés

A radioaktív sugárzás hatásával mindig is számolni kellett, hiszen a természeti környezetünk - a benne található izotópok miatt - eleve radioaktív, sőt a saját testünk is bocsát ki radioaktív sugárzást. Az élet kialakulásakor a Földön már jelentős radioaktív háttér-sugárzás volt, ez tette lehetővé, hogy az élőlényekben védekezési mechanizmus alakuljon ki a radioaktív sugárzással szemben.

A természetes eredetű sugárforrások két csoportra oszthatók: külső és belső sugárforrásokra. Külső sugárforrás a földkéreg, az építőanyagok és a légkör természetes radioaktív izotópjai, valamint a kozmikus sugárzás. A belső sugárforrásokhoz tartoznak az emberi szervezetbe jutott természetes radioizotópok. *A természetes eredetű sugárzás évi effektív dózisa 1,5 mSv*, a Föld lakosságát átlagosan ekkora dózis éri a természeti környezetből adódóan. Ennek legfőbb forrásai: a ^{40}K , a tórium-család tagjai, az urán-család tagjai, amiből a radon a legjelentősebb (0,4mSv), a ^{14}C , valamint a kozmikus sugárzás. Figyelembe kell vennünk az építőanyagokból származó radioaktív-sugárdózist is. *Az épületek világátlagban évente 1 mSv effektív dózist* jelentenek a számunkra, ennek legfőbb forrása szintén a radon (0,6 mSv).

Környezetünkben évi 2,5 mSv radioaktív-sugárdózis ér bennünket, ebből 1 mSv a radontól származik. Magyarországon az éves sugárterhelés értéke a világátlagnál magasabb, ami az éghajlati hatásokból és az épületekben eltöltött időből adódik. A mesterséges eredetű sugárterhelések mértéke (normális esetben) jóval kisebb, mint a természetes eredetűeké, átlagosan évi 0,5-1 mSv.

II. Előzmények

Munkám során az alábbi kutatási tevékenységeket tekintettem irányadónak. Hazánkban többek között a Fodor József Országos Közegészségügyi Központ Országos „Frederic Joliot Curie” Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézete (OKK OSSKI) foglalkozik a környezeti radioaktivitás vizsgálatával. Méréseik szerint Magyarországon nyílt térben 87 nGy/h, zárt térben 116 nGy/h az átlagos gamma-dózisteljesítmény. 1977-1979 között több ország részvételével végeztek az építőanyagok radioaktivitását vizsgáló mérésorozatot, amelyben az építőanyagok átlagos ^{232}Th -, ^{226}Ra -, ^{40}K -koncentrációját, az ekvivalens ^{226}Ra -koncentrációt és a számított gammaintenzitást határozták meg. A kapott adatok szerint legnagyobb aktivitásúak az eröművi salak és -pernye, ezt követik a különböző téglák, majd a beton, a cement, a gipsz, és végül a mészkő és a mész. Magyarországon Tóth Árpád és Fehér István végzett méréseket az építőanyagok radioaktivitására vonatkozóan 1978-ban. A leggyakrabban alkalmazott építőanyagok: a beton és a téglá ^{232}Th -, ^{226}Ra - és ^{40}K -tartalmát, az effektív ^{226}Ra -koncentrációját, valamint a kész építőanyag radonemanációját vizsgálták. Méréseik alapján a téglaminták radioaktívelem-tartalma átlagosan négyszer magasabb, mint a betonmintáké. 2003-ban az OKK OSSKI 101 téglaminta gamma-spektrometriás és emanációs vizsgálatát végezte el és meghatározták az ún. aktivitáskoncentráció indexet. Az OKK OSSKI adatai alapján a különböző országokban mért aktivitáskoncentrációk téglá esetében: ^{226}Ra -ra 32-79,8 Bq/kg; ^{232}Th -ra 18-61,6 Bq/kg; ^{40}K -ra 353-986 Bq/kg. A hazai értékek: ^{226}Ra -ra

47,6 Bq/kg, ^{232}Th -ra 44,5 Bq/kg ; ^{40}K -ra 706 Bq/kg, az adatok megegyeznek a nemzetközi mérési eredményekkel. Napjainkban az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet Radiometriai Laboratóriumában készül az Országos Radiometriai Alaptérkép, amelyen az U-, a Ra-, a Th-, a ^{40}K - és a ^{137}Cs -izotóp sugárzási intenzitását ábrázolják.

III. Célkitűzések

Kutatásaim során a következő céloknak igyekeztem eleget tenni:

1. Összehasonlítottam a kereskedelemben pillanatnyilag kapható építőanyagok gamma-dózisteljesítményét az eddigi, ilyen irányú kutatások eredményeivel.
2. Szeged négy területének talajfelszíni összgamma-dózisteljesítményének feltárásával elkészítettem a területek radiometriás térképét. Kapcsolatot kerestem a területek különböző jellemzői - a feltöltés minősége és vastagsága, az útburkolat típusa, a beépítettség mértéke, stb. -, és a kapott dózisteljesítmények között.
3. Megvizsgáltam, hogy egy-egy mérési pont dózisteljesítményét az útburkolat típusa és jellemzői hogyan befolyásolják. (Az irodalmak azt mutatják, hogy az útburkolatok radioaktivitásának vizsgálatára eddig kevés figyelmet fordítottak, mivel az onnan származó radioaktív sugárzás biológia hatását sokan elhanyagolhatónak tartják.)
4. Az épületek falain mért dózisteljesítmények segítségével megvizsgáltam, hogy a beépítés következtében hogyan változik az építőanyagoktól származó gamma-sugárzás, és a különböző paraméterek hogyan befolyásolják egy-egy falszerkezet felületi sugárzását.

IV. Alkalmazott mérési módszerek

A mérések során az ND-497 típusú, hordozható szcintillációs mérőfejet alkalmaztam NC-483-as hordozható analizátorral. A mérési energiataromány 0,4-3 MeV között volt, hogy a szórt sugárzás hatása minél kevésbé érvényesüljön. A méréseket közvetlenül a talaj, vagy a vizsgált építőanyag fölött végeztem. A radiometriás térkép felvételéhez a mérés egy 10 m×10 m-es beosztású háló pontjaiban történt. Összesen 3640 pont összegamma-dózisteljesítményét határoztam meg. Az adatokat jobbsodrású, Descartes-féle derékszögű koordinátarendszerben ábrázoltam, ahol az x és y koordináták adják meg a mérési pontokat, a z koordináta a kapott átlagos dózisteljesítmény. Az x és y koordinátákat 1:1990, ill. 1:1390 léptékű térképek segítségével határoztam meg. A koordináták egysége 10 méternek felel meg.

A mérési eredményeket az átlag, a medián és a szórás segítségével adtam meg. Az egyes városrészek, ill. adott városrészen belül a különböző típusú területeken mért dózisteljesítmények eloszlását a χ^2 -próbbával és a Mann-Whitney U-próbbával, az átlagértékeket a Cohen-féle hatásmérték és a sztochasztikus különbség segítségével hasonlítottam össze. A radiometriás térkép ábrázolására a Surfer 8 programot használtam, ennek segítségével vettem fel a mérési helyek ponttérképét, az osztályozott ponttérképét, a szintvonalas, valamint a 3D-s radiometriai térképét.

V. Elért tudományos eredmények

1. Az általam vizsgált építőanyagok gamma-dózisteljesítményei egyértelműen igazolták, hogy az építési anyagok közül a homok sugárzási értéke az egyik legalacsonyabb, átlagosan 39 nGy/h. A különféle téglák dózisteljesítménye nagy agyagtartalmuknak köszönhetően viszonylag magas, 84,6-113,6 nGy/h, függetlenül attól, hogy tömör tégláról, vagy üreges szerkezetű falazóelemről van-e szó. Megfigyelhető, hogy egy adott építőanyaggyárban egy időben készülő különböző típusú téglák sugárzása közel azonos, ami a közel azonos alapanyagnak tulajdonítható. A pórusbeton dózisteljesítménye alacsony, 44,7 nGy/h. Ennek oka egyrészt az összetétel - égetett meszet, örlött gipszet, cementet, és örlött kvarchomokot tartalmaz -, másrészt a nagy porozitás. A porózus anyagból ugyanis a radon könnyen távozhat, így nem okozhat dózisznövekedést. A sódér és a beton a várakozásnak megfelelően alacsony, 34,6, ill. 36,3 nGy/h dózisteljesítményt mutatott.

A mérési eredmények összhangban állnak a korábbi itthoni és külföldi mérési eredményekkel.

2.a. A radiometriás térkép felvételénél arra törekedtem, hogy a kiválasztott területek között zöldövezet, lakótelep, erősen beépített belvárosi rész egyaránt szerepeljen. Így a talajrendezés, valamint az épített környezet hatását is nyomon lehetett követni. Minden terület felmérését azonos meteorológia viszonyok között végeztem el, ami ugyan nem ad lehetőséget az éves átlagérték meghatározására, de lehetővé teszi az összehasonlítást. Ennek megfelelően május-június hónapokban a kora délutáni órákban történtek a mérések. Igyekez-

tem az időpontok megválasztásával biztosítani a közel állandó hőmérsékletet és a talaj közel azonos nedvességtartalmát. A négy területen a következő átlagos dózisteljesítmények adódtak: az alsóvárosi részen 56,0 nGy/h, a belvárosi részen 51,8 nGy/h, a móravárosi részen 59,3 nGy/h, a tarjáni területen 59,2 nGy/h. Ezek az értékek, összevetve a hazai, 87 nGy/h átlaggal, azt mutatják, hogy Szeged területén alacsonyabb a talaj sugárzási szintje, mint az országos átlag. Ez összhangban áll azzal, hogy Szegeden és környékén homoktalajok, mezőszéki talajok, öntéstalajok és szikesek a fő talajtípusok, amelyek összetételükénél fogva alacsony radioaktivitással rendelkeznek.

A vizsgált területeket különböző szempontok alapján összehasonlítva a következők állapíthatók meg:

- A területek talajföldtani szempontok tekintetében jelentős eltérést nem mutatnak, ezt jól követi az átlagos dózisteljesítmények közepesen eltérő értéke.

- Az útburkolat típusa alapján leginkább a Belváros tér el a többi területtől, hiszen a belvárosban a mérési pontok 80%-a aszfaltburkolatú, míg a többi területen ez az arány kisebb. Az aszfalt, mint az a későbbi vizsgálatok során kiderült, alacsonyabb dózisteljesítményt mutat, mint pl. a burkolat nélküli talaj, ez összhangban áll a belvárosi alacsony dózisteljesítménnyel.

- A Belvárosban a feltöltés vastagsága nagyobb, mint a többi vizsgált területen. A mérési pontokat külön-külön megvizsgálva valamennyi területen az adódott, hogy a vastagabb feltöltésű helyeken nagyobb a dózisteljesítmény. Ez ellentmond a Belvárosban

mért alacsony sugárzási szintnek, ennek az ellentmondásnak a feloldása további részletesebb vizsgálatokat igényel.

2.b. Egy-egy városrészen belül jellemzően a következő területtípusokon adódott a területi átlagtól eltérő dózisteljesítmény:

- A feltöltések vastagsága jelentősen meghatározza a talajfelszínen mérhető sugárzást, a nagyobb dózisteljesítmények többnyire ott adódtak, ahol a feltöltés vastagsága nagy.

- Terek, autóbusz-pályaudvarok környékén közel azonos dózisteljesítmények mérhetők, ami a területek kialakításakor alkalmazott építési feltöltés következménye.

- A környező épületek jellemzői is meghatározzák, hogy egy-egy pontban mekkora a sugárzás mértéke. Zárt pinceablakok mellett pl. 74-86 nGy/h a dózisteljesítmény, nyitott pinceablakok esetében ugyanez az érték 95-110 nGy/h közötti. Az utca olyan részén, ahol nem alapincézett házak vannak, átlagosan 55 nGy/h a dózisteljesítmény. Az eltérés a pincében összegyűlt radon mozgásával magyarázható.

- A beépítetlen területek mellett jóval kisebb sugárzás adódik, mint az épületeknél. Ez összhangban áll azzal a ténnyel, hogy minél több irányból veszi körül az adott pontot radioaktív forrás, annál nagyobb a sugárzás mértéke. Ez a megállapítás is azt igazolja, hogy a beépítettség, valamint a környező épületek jelentős hatással vannak egy terület radioaktivitására.

3.a. A talaj- és útburkolatviszonyok radioaktív sugárzást módosító hatását úgy vizsgáltam meg, hogy különböző jellegű mérési pontokat (pl. száraz és nedves talaj, füves terület, erősen letaposott füves

terület, aszfaltjárda, betonút, bitumenes útjavítás, sportpálya egyes pontjai stb.) választottam ki és hasonlítottam össze. Az adatok alapján a következők állapíthatók meg:

- Tarján városrészben 673 aszfalttal borított, 280 útburkolat nélküli, és 121 füvel borított ponton mértem gamma-dózisteljesítményt. A füves területeken 73,1 nGy/h, az útburkolat nélküli helyeken 67,9 nGy/h, míg az aszfaltos területeken 55,2 nGy/h volt az átlagos dózisteljesítmény. Hasonló méréseket végeztem a Kálvária tér területén is, ahol az aszfaltburkolatos járda és a füves terület dózisteljesítményét lehetett összehasonlítani. Az aszfaltjárda 65,3 nGy/h, míg a füves területen 59,7 nGy/h volt az átlag-dózisteljesítmény. Itt kisebb az eltérés, mint az aszfaltút-füves terület vonatkozásában, ami az aszfaltjárda és a hozzá tartozó földmű kisebb vastagságából adódik.

- Bármilyen talajtípusról is legyen szó, a tömörődéssel jelentősen nő a dózisteljesítmény mértéke. Ez tapasztalható pl. futballpályákon, ahol a jobban kitaposott részekben magasabb dózisteljesítmény adódott, mint a pálya többi pontján. Ugyanez figyelhető meg a salakos futópályákon, ahol a többet használt belső oldalon nagyobb a dózisteljesítmény, mint a külső oldalon.

- Egy-egy terület sugárzását jelentősen befolyásolja az eredeti talajba került idegen anyag. Ez figyelhető meg építések környezetében, amikor az építési maradék vegyül az eredeti talajjal, és ez többszörös dózisteljesítményt is okozhat.

3.b. Az utak felületi sugárzásának vizsgálatát elvégeztem oly módon is, hogy a különböző útéptési fázisokban mértem a burkolatok

aktivitását: az altalaj, a feltöltő javítóréteggel ellátott altalaj vagy földmű sugárzását, valamint a kész aszfalt-, ill. betonburkolat fölötti sugárzást. A mérések alapján a következő általános megállapítások tehetők:

- A homokfeltöltés aktivitása a vártnak megfelelően alacsony.
- Az útéptés során stabilizátorként használt betonréteg felett 35%-kal kisebb sugárzás mérhető, mint az eredeti aszfaltburkolatú helyeken, ami a beton anyagi összetételével magyarázható.
- A stabilizációra került aszfaltréteg minden esetben növeli az addig mért dózisteljesítményt, de a növekedés mértéke változó. Egyrészt függ az aszfalt minőségétől - pl. a bitumen és a kőanyag összetételétől -, valamint az aszfalt tömörségétől, ami a radonszigetelés szempontjából meghatározó.

4. Az épületek falfelületének dózisteljesítmény-vizsgálata alapján a következők állapíthatók meg:

- A nagyobb anyagvastagság miatt az épületek főfalai átlagosan 15-20%-kal nagyobb dózisteljesítményt mutatnak, mint az ugyanolyan felépítésű és elhelyezkedésű válaszfalak.
- A vakolat jelentősen módosítja a falakon mérhető sugárzást, ennek mértéke függ a vakolat összetételétől - elsősorban a homok minőségétől - valamint attól, hogy milyen mértékben gátolja a radon kiáramlását.
- A tömör klinkertégla külsőborítású fal belső oldalán 20%-kal nagyobb a dózisteljesítmény, mint a többi hasonló falon, ennek oka a klinkertégla radonszigetelése. Megfigyelhető az is, hogy a legtöbb esetben a kültéri falakon kisebb a dózisteljesítmény, mint a

beltéri falakon, mert kültéri falaknál a légmozgás szívó hatása miatt kisebb a radontartalom.

- A mázas kőporcelán és a csempe növeli a padlók és a falak dózisteljesítményét, ami elsősorban a mázanyagban található nehézfémek radioaktivitásának tudható be.

- Az építőanyagok radioaktív sugárzása a beépítettség következtében - akár útéptésről, akár épületekről van - jelentősen módosulhat. Ekkor ugyanis már az út- és falszerkezet többi elemének radioaktivitását is figyelembe kell venni, és a beépítéssel maga a felhasznált építőanyag is változik - a víztartalma, a tömörsége, az anyagvastagsága -, ami módosítja a radioaktivitás mértékét.

Egy adott terület, ill. egy adott mérési pont radioaktív sugárzásának mértékét ezek alapján több tényező együttesen határozza meg: az alaptalaj és a fedőtalaj fizikai- és kémiai jellemzői, eredeti aktivitása; az alkalmazott feltöltés vastagsága és anyaga; utaknál a földmű és az útburkolat jellege, vastagsága; a környező épületek, főleg az alapok és az alápincézettség vonatkozásában. Munkám során igyekeztem kapcsolatot találni a felsorolt tényezők és a felszíni összgamma-dózisteljesítmény között. A sokparaméteres, in situ mérések esetén határozott végkövetkeztetést levonni igen nehéz, mert egyik paraméter hatását sem áll módunkban önállóan vizsgálni. Próbáltam rávilágítani arra, hogy minden paraméternek jelentős szerepe van, és így akár kismértékűnek tűnő változtatás is nagymértékben képes módosítani egy pont, vagy akár egy nagyobb terület felületi gamma-sugárzását. Az ilyen irányú vizsgálatok azért jelentősek, mert ezek segítségével lehet meghatározni az építő-

anyagoktól, épületektől származó radioaktív sugárterhelésre vonatkozó határértékeket, és ezek az ismeretek szükségesek ahhoz, hogy a jövő épületei minél kisebb sugárterhelést okozzanak az ott tartózkodók számára.

Publikációs jegyzék

Könyvek

1. Sós, K., Bálint, Á., Nánai, L., Bálint, I. (2005):
A környezetfizika alapjai.
EU-PHARE, Ed. Szeged, 63-80.
2. Sós, K., Nánai, L., Bálint, Á., Bálint, I. (2005):
Elementa de fizica mediului.
EU-PHARE, Ed. Szeged, 64-76.

Cikkek, tanulmányok

3. Sós, K. (2005):
On the methodological background of environmental physics teaching.
Obzory Matematiky, Fiziky A Informatiky, Nitra, 3.
4. Sós, K. (2006):
Role of ground and building material in radioactive background emission.
Obzory Matematiky, Fiziky A Informatiky, Nitra, (accepted)
5. Sós, K., George, T. F., Robinson, C. T.:
Investigation of Building Materials and the Street's Surface Radioactive Emission. (submitted)

6. Sós, K., Lakatos, F. (1996):
Az atomerőművek biztonsága és környezeti hatásai.
A fizika tanítása, MOZAIK Kiadó, Szeged, 4, 3-11.
7. Sós, K., Köles, V. (1997):
A természetes radioaktív sugárzás összetevői és hatásai.
A fizika tanítása, MOZAIK Kiadó, Szeged, 2, 12-17.
8. Sós, K., Kardos, T. (1999):
Természeti környezetünk radioaktív sugárzása.
A fizika tanítása, MOZAIK Kiadó, Szeged, 5, 5-8.

Konferenciakiadványban megjelent publikációk

9. Sós, K. (2003):
Measurements of radon distribution. (poster)
XIII. Int. Conf. on DIDFYZ–2002: Innovation of Contents of
Physics Education, Rackova dolina, 16-19 Oct 2002.
Proceedings of conference (ISBN 80-8050-581-0), 185-189.
10. Sós, K. (2005):
Investigation of building material's and street's surface
radioactive emission. (poster)
12th Symposium on Analytical and Environmental Problems,
26 Sept 2005, Szeged.
Proceedings of symposium (ISBN 963-219-675-9), 206-210.
11. Sós, K. (2002):
Study and measurements of radioactive background radiation.
Annual Meeting of Romania Physical Society with Foreign
Participants, Timisoara, 29-30 Nov 2002. (invited lecturer)

Abstract book, I.14.

12. Sós, K. (2005):

Radioaktív háttérsugárzás mérése Szegeden.

Matematika, Fizika, Számítástechnika Főiskolai Oktatók
XXIX. Konferenciája, Szeged, 2005. aug. 29-31.

Konferenciakiadvány, 31.

13. Sós, K., Bálint, Á. (2005):

Background radioactivity measurements around Szeged and
Timisoara. (poster)

Universitatea de Vest din Timisoara Facultatea de Fizica.
Physics Conference TIM-05, Timisoara, 25-26 Nov 2005.

Abstract book, APP-16.

Konferencián elhangzott előadások

14. Sós, K. (2005):

Természetes radioaktív anyagok a környezetünkben.

V. Őszi Pedagógiai Nap. Erdei Ferenc Szakközépiskola, Makó,
2005. nov. 28.

