

Nyugat-Magyarországi Egyetem

Doktori (Ph.D.) értekezés tézisei

**TERMÉSZETES RADIOAKTÍV IZOTÓPOK VIZSGÁLATA AZ
ÉPÍTETT KÖRNYEZETBEN**

Spaits Tamás

Sopron

2007

Doktori Iskola: Kitaibel Pál környezettudományi Doktori Iskola

Program: Geokörnyezettudományi program

Témavezető: Dr. Divós Ferenc, egyetemi tanár

1. Bevezetés, célkitűzés

Az emberiség, felfedezése óta más-másféleképpen tekint a radioaktivitásra. A kezdetek-kezdetén természetfeletti tulajdonságot tulajdonítottak neki, amolyan életelixírként tekintettek rá. A kutatások előrehaladtával azonban, egyre inkább a benne rejlő veszélyek kerültek előtérbe. Számos kutató, tudós lett a kutatások áldozata, többek között, mindegyikük közül az egyik legismertebb Marie Curie is.

A tudomány ezen területén a legnagyobb előrelépések az atomenergia emberi szolgálatába állítása után következtek be. A második világháborút követően több száz atombomba-robbantási kísérletet végeztek, melynek hatására a környezetben addig idegen sugárzó szennyeződések jelentek meg.

Az atomenergia békés célú felhasználása is egyre szélesebb körben terjedt el. A világ számos országában épültek atomerőművek. 1986. április 26-án azonban olyan környezeti katasztrófa következett be az akkori Szovjet birodalomban, amelyre addig nem volt példa.

Ennek a nukleáris balesetnek és a kísérleti atombomba-robbantások okozta szennyezéseknek köszönhetően egyre negatívabb az emberek viszonyulása a radioaktivitáshoz, és az

atomerőművekhez. Nem fordulhat elő, hogy egy új erőmű üzembe helyezése, vagy egy régi üzemének meghosszabbítása ne kerüljön a média figyelmének középpontjába és, hogy ezek az építkezések ne ütközzenek heves tiltakozásokba. Sokan pusztán az atomerőmű és atomenergia szavak hallatán is összerezzenek. Pedig az atomenergia békés felhasználási módjának nem feltétlen velejárója a baleset, még ha volt is már rá példa. Ezeknek a legtöbbit emberi mulasztás, felelőtlenség okozta, nem pedig a műszaki berendezések hibája.

Bár az emberek legtöbbit retteg a radioaktivitástól, mint egy esetlegesen bekövetkező baleset következményétől, közben mit sem sejt, az őt lakóhelyén és munkahelyén körülvevő természetes radioaktív sugárzásról, annak mértékéről, pedig adott esetben ez sokkal nagyobb veszélyt jelenthet rá.

Minden, ami körülvesz bennünket, sugároz. A mai kor embere ideje nagy részét épített környezetben tölti, vagy lakásában vagy munkahelyén, vagy épp a különböző burkoló anyagokkal fedett utcákon sétálva. Ebből adódóan, az építőanyagokban lévő radioaktív anyagoknak és különösen a talajból, vagy építőanyagokból kiáramló, majd épületeinkben felgyülemlő

radonnak köszönhetően sokkal nagyobb természetes sugárterhelésnek vagyunk kitéve.

A fent említett radon a természetes izotópok csoportján belül is különös figyelmet érdemel, hiszen számos kutatás bizonyította, hogy a magasabb radon-koncentrációjú helyeken élők körében a tüdőrák kialakulásának kockázata magasabb.

Nagy problémát jelent hazánkban a megfelelő törvényi szabályozás hiánya. A hatályos 16/2000 sz. EÜM rendelet, ugyan munkahelyekre vonatkozva ad határértéket, de lakóhelyekkel nem foglalkozik, pedig az emberek nagy része ideje javát otthon tölti. A törvényi szabályozás hiányában az emberek gyakorlatilag magukra vannak hagyva.

A szerző célja az volt, hogy soproni mintaterületeken végzett mérések alapján becsülje a város lakosainak életviteltől, kortól és lakóépülettől függő természetes dózist, ezáltal feltárja azokat a helyeket, ahol a városban magasabb lakossági dózissal kell számolni. Igyekezett egy olyan modellt alkotni, aminek segítségével becsülhető lenne mérés nélkül egy soproni lakos dózisa, sajnos azonban mérések tükrében kijelenthető, hogy a méréseket helyettesíteni a legtöbb esetben nem lehet.

A dolgozat célja volt továbbá, hogy megtalálja a város radioaktivitás szempontjából érdekes területeit - épp ezért elkészítette a város gamma-háttérsugárzás térképét. A szerző feladatának érezte, hogy megtalálja azokat az építőanyagokat, amelyek radiológiai szempontból potenciális veszélyt jelentenek a lakosokra.

2. A mérési eredmények összefoglalása

A szerző mérései során az épített környezetben lévő természetes radioizotópokat vizsgálta, és az azokból eredő természetes sugárterhelést becsülte soproni mintaterületen. Azokat a helyeket vizsgálta, ahol magasabb a természetes háttérsugárzás, és kutatta ezek okait.

A dolgozat első nagy részeként elkészítette a város háttérsugárzás térképét. 200 méteres rácshálóst dolgozva, 24 km²-es területen, több, mint 700 mérési ponton végzett a városban gamma-dózisteljesítmény méréseket. A térkép Nyugat-Magyarországi Egyetemen kifejlesztett DigiTerra program segítségével készült. Mérései alapján kijelenthető, hogy számos érdekes anomália tapasztalható.

A legmagasabb értéket egy salakos parkolóban mérte, itt 402 nSv/h-ás dózisteljesítmény volt, amelyet vizsgálódása után (annak hatására) felszámoltak, a salakot elhordták. A városban az átlagos gamma-dózisteljesítmény 89 nSv/h, amelynek körülbelül kétszeresét mérte a város három közterületén, a Főtéren, az Orsolya téren és a Pálosok terén. Itt a térburkoló gránit kockakő magas, 1322 Bq/kg-os ^{40}K aktivitáskoncentrációja okozta a magasabb háttérsugárzást.

Szintén magasabb értéket észlelt a hajdan széntüzelésű Hőerőmű környékén. Az itt mért 212 nSv/h-ás maximum értéket a kéménytől 60 m-re, a fő terjedési irányban (uralkodó széljárás) mérte. Ebben az irányban az erőműtől még 150 méterre is magasabb értéket kapott, míg a többi irányban 100 méter távolságban már az átlagos érték volt mérhető. A szerző megállapította, hogy az erőmű környékén a kihullásból származó háttérnövekedés ennyi idővel a működés leállta után is tapasztalható. Hasonló eredmények adódtak a hajdan széntüzelésű téglagyár környékén is.

A sugárzás térképén szintén jól megjelenik a város északi (Soproni-medence) és déli (Soproni-hegység) oldala közötti geológiai különbség. A hegyvidék felőli oldalon 122 nSv/h-ás

átlagos dózisteljesítményt, míg a város É-ÉK-i részén 72 nSv/h-ás átlagos értéket mért.

A kültéri mérések után építőanyagok gamma-spektrometriás vizsgálatát végezte el. A mérési sorozatban a Magyarországon kapható építőanyagok közül 19-et vizsgált meg.

A hagyományos értelemben vett építőanyagok közül a természetes radioizotópok koncentrációja egyetlen esetben sem lépte a túl a normális szint felső határát. Más volt a helyzet az épületekben begyűjtött salakokkal, ezeknek a ^{226}Ra tartalma rendkívül magasnak adódott: a legmagasabb mért érték 2403 Bq/kg volt.

Ezt követően a lakókörnyezetet vizsgálta. A korábbi, másutt végzett kutatási eredmények és az építőanyag vizsgálati eredmények ismeretében a legnagyobb figyelmet a salakos épületek vizsgálatának szentelte.

Egy helyi lapban megjelentetett újságcikk segítségével jutott be soproni otthonokba. Összesen 97 lakásban végezett gamma-dózisteljesítmény méréseket, és ezek közül 54-ben nyomdetektoros radon-koncentráció méréseket is. A mérési eredmények tükrében kijelenthető, hogy Ajkától (a bányászás helyétől) viszonylag nagyobb távolságban lévő városban is felhasználták a Dunántúli-középhegységben bányászott

szenekből égetett salakokat magánépítkezéseken, szigetelési céllal. Azokban a lakásokban, ahol az építkezésnél nem használtak fel salakot, az átlagos dózisteljesítmény 113 nGy/h volt, amely a 84 nGy/h-ás (20-190 nGy/h) világátlagot ugyan valamelyest meghaladja, de a Nikl által számított magyarországi átlagot, 116 nGy/h-t nagyon jól közelíti. Abban a 23 lakásban ahol az Öntödei és egyéb salakok kerültek beépítésre, az elnyelt dózisteljesítmények átlaga 138 nGy/h volt. 49 esetben viszont, ahol a beépített salak az erőműből származott, a dózisteljesítmény 223 (107-792) nGy/h volt, amely a lakókra nézve átlagban 1,05 (0,63-2,14) mSv effektív dózist jelent. Ez már sok esetben nem elhanyagolható sugárterhelés-növekedést jelent.

A radon-mérések eredményei a megvizsgált lakásokban október-november hónapokban 137-1526 Bq/m³ között változtak. Az erőműből származó salakot építőanyagként tartalmazó lakásokban a radon-koncentráció átlaga (422 Bq/m³), illetve maximális értéke (1050 Bq/m³) közel kétszer nagyobb, mint a salakot nem tartalmazó épületekben mért értékek (221 Bq/m³, illetve 422 Bq/m³), és több esetben meghaladja az ajánlott 400 Bq/m³ határértéket.

A salakok gamma-spektrometriás vizsgálata során a szerző kimutatta, hogy a lakóházak gamma-dózisteljesítménye és a salakok ^{226}Ra koncentrációja között szoros összefüggés áll fenn.

A vizsgálatok eredményei alapján kijelenthető, hogy azokban az 1960 és '85 között épült, kézi építésű családi házakban várható salakok okozta magasabb háttérsugárzás, ahol erőművi eredetű salakot használtak fel.

A soproni Nándor-magaslat gyomrába vájt kutatóállomás rendkívül magas radon-koncentrációja ismert volt, ezért a kutatás következő lépéseként a környező utcák lakóházai radon-koncentrációját is mérte a kutató .

A Nándor-magaslat környékén összesen 64 nyomdetektoros radon-koncentráció mérést végezett, ami 62 különböző lakóházat jelent. Az elvégzett mérések alapján megállapította, hogy a hegy déli (42-701, átl. 261 Bq/m^3) és északi (96-2051, átl. 507 Bq/m^3) oldalán mért radon-koncentrációk jelentősen eltérnek. Ez a két oldal geológiai különbségeinek tudható be. Az északi oldalra számított átlagos radon-koncentráció túllépi az Európai Unió által javasolt 400 Bq/m^3 -es határértéket. Ha figyelembe vesszük, hogy ez egy területen mért átlag, akkor ez nagyon magasnak minősíthető. Az északi oldalon mért

maximum érték (2051 Bq/m^3) pedig már olyan magas, hogy mindenképp műszaki beavatkozás javasolt. Az ezekből az értékekből számított lakossági sugárterhelés teljes területre számított átlaga $8,4 \text{ mSv/év}$, amely a világ átlagos természetes eredetű $2,4 \text{ mSv/éves}$ sugárterheléshez képest közel 4-szeres sugárterhelés-növekedést jelent. Az északi területen olyan lakóépületet is vannak, ahol az ott élők radontól eredő éves effektív dózisa 41 mSv/év .

Végül a szerző a mérési eredményeket összevetette a statisztikai adatokkal, és meghatározta azoknak az épületeknek, illetve embereknek a számát, akiket az előzőekben bemutatott megnövekedett kockázatok érinthetnek.

Megállapította, hogy földszintes lakóépületekben a radon-koncentráció értékeket becsülni reálisan nem lehet, ugyanis a magasabb koncentrációjú helyek teljesen véletlenszerűen helyezkednek el. A Nándor-magaslat környékén a mérés minden lakóépületben ajánlott.

3. Tézisek

1. Mérésekkel igazoltam, hogy azokban a lakásokban, ahol salak került beépítésre a gamma-dózisteljesítmény és a salakok ^{226}Ra koncentrációja között szoros összefüggés van, így kijelenthető, hogy ezekben az épületekben a fő sugárforrás a salak és a benne lévő rádium.
2. Magyarországon Ajkától viszonylag távolabbi településen is valós veszélyt jelentenek a bakonyi szénből égetett salakok azokban a magánépítésű házakban, ahol azt szigetelőanyagként felhasználták. Sopronban azokban az 1960-85 között épült salakos házakban várható magasabb háttérsugárzás, ahol a salak a hőerőműből származott.
3. Épített környezetben a gamma-dózisteljesítmény egy kisvárosnyi területen is nagy változatosságot mutathat, a teret burkoló anyagok függvényében. Az átlagostól 4-5-szörös eltérés is tapasztalható.

4. Az adott terület geológiája nagyban befolyásolja a kültéren mért gamma-dózisteljesítményeket. Ennek eredményeként Sopronban a hegyvidék és a sík területek átlagos dózisteljesítménye között 50 nSv/h-s különbség tapasztalható.
5. A soproni Nándor-magaslat északi oldalán található lakóépületekben a radon koncentrációjának átlaga meghaladja a 400 Bq/m³-es javasolt EU-s határértéket. Ezen a területen lévő valamennyi lakás vizsgálata erősen ajánlott.
6. A soproni lakóépületekben végzett radon mérések alapján kijelenthető, hogy az épületek radon-koncentrációja nem becsülhető, megállapításához minden esetben mérésre van szükség.
7. A már nem működő széntüzelésű erőművek környékén akár 3-4 szerez háttérsugárzás növekmény is megfigyelhető, a fő széliránynak megfelelően akár 150 méter távolságban is. Más irányokban az anomália rövidebb távon (> 100 m) lecseng.

4. Publikációs jegyzék

Folyóirat cikkek:

Spaits T. (2004): RODOS, a döntéstámogató. Élet és Tudomány, 2004/22. Budapest 684-686 .

Nemzetközi konferencia kiadványban megjelent idegen nyelvű előadás

Spaits, T. - Divós, F. - Kávási, N. - Bóka, Z. (2006): Evaluation of the Natural Background Radiation in City Sopron, Second European IRPA Congress on Radiation Protection, Paris.

Magyar nyelvű konferencia kiadványban megjelent előadás

Spaits T. – Divós F. (2005): Építőanyagok Gamma-spektrometriás vizsgálata. MTA Agrár-Műszaki Bizottság Kutatási és Fejlesztési Tanácskozásának kiadványa, Gödöllő.

Spaits T. – Divós F.(2006): Radon koncentráció mérések Sopronban. MTA Agrár-Műszaki Bizottság Kutatási és Fejlesztési Tanácskozásának kiadványa, Gödöllő.

Spaits T. – Divós F. (2005): A soproni Nándor-magaslat környéki lakások radon-koncentrációja. A környezeti Ártalmak és a Légzőrendszer XV. Országos konferenciájának kiadványa, Hévíz.

Spaits T. – Divós F. – Kávási N. (2006): A soproni Nándor-magaslat környéki lakóházak radon-koncentrációjának vizsgálata. I. Országos Radon Fórum kiadványa, Veszprém.

Spaits T. –Simon T. (2007): Radon mérések soproni lakásokban. II. Országos Radon Fórum kiadványa, Veszprém

Szakmai előadások:

Spaits T. – Divós F. (2005): A soproni Nándor-magaslat környéki lakások radon-koncentrációja. A környezeti Ártalmak és a Légzőrendszer XV. Országos konferenciáján, Hévíz.

Spaits T. – Divós F. – Kávási N. (2006): A soproni Nándor-magaslat környéki lakóházak radon-koncentrációjának vizsgálata. I. Országos Radon Fórumon, Veszprém.

Spaits T. – Tóth K. (2007): EURANOS Demonstrations Activities – Hungarian experience. RUG-meeting 2007, Lisszabon.

Poszter prezentációk:

Spaits, T. - Divós, F. - Kávási, N. - Bóka, Z. (2006): Evaluation of the Natural Background Radiation in City Sopron, Second European IRPA Congress on Radiation Protection, Paris.

Spaits T. – Divós F. (2005): Építőanyagok Gamma-spektrometriás vizsgálata. MTA Agrár-Műszaki Bizottság Kutatási és Fejlesztési Tanácskozásának kiadványa, Gödöllő.

Spaits T. – Divós F.(2006): Radon koncentráció mérések Sopronban. MTA Agrár-Műszaki Bizottság Kutatási és Fejlesztési Tanácskozásának kiadványa, Gödöllő.

Spaits T. –Simon T. (2007): Radon mérések soproni lakásokban. II. Országos Radon Fórum kiadványa, Veszprém

Elfogadás alatt lévő publikációk:

Spaits T. – Simon T. – Divós F. (2007): Dose contribution from buildings containing coal slag insulation with elevated concentrations of natural radionuclides, Radiation Measurements. (Impakt factor 1,048)

Spaits T. – Simon T. – Divós F. (2007): Radon measurements in flats in Sopron, Acta Sylvatica.