

ron Mössbauer-reflektometriával [3], MBE-módszerrel növesztett, ^{57}Fe izotópot tartalmazó Fe/Cr mintával. Kihasználtuk a minta epitaxiális voltát és a kristályszerkezetből adódó mágneses anizotrópiákat.

Összefoglalás

Az RMKI MBE-berendezésének segítségével Magyarországon is készülhetnek a vékonyréteg-kutatáshoz nélkülözhetetlen, megfelelő minőségű minták. A berendezés fémes rétegek tetszőleges kivitelben való készítésére alkalmas, legfeljebb 2 hüvelykes ($d = 5,08$ cm) mintaméretig és ésszerű mintavastagságig (legfeljebb $1\ \mu\text{m}$

ig). Csoportunk alkalmazott magfizikai irányultságának megfelelően a készülék egy ^{57}Fe forrást is tartalmaz, amely lehetővé teszi Mössbauer-érzékeny filmek készítését. A minták UHV-transzportjára hordozható kamra áll rendelkezésre, illetve a védőréteggel ellátott vékonyrétegek levegőn is vizsgálhatóak. Az MBE berendezés a tancziko@rmki.kfki.hu e-mail címen, vagy a 06-1-392-2222/1280-as telefonszámon történt előzetes időpont-egyeztetés után megtekinthető.

Irodalom

1. Inzelt György, *Természet Világa* 134/9 (2003) 404
2. Csik Attila, *Fizikai Szemle* 53/6 (2003) 207
3. Nagy Dénes Lajos, *Fizikai Szemle* 47/5-6 (1997) 150

ÉPÍTŐANYAGOK RADIOAKTÍV SUGÁRZÁSA

Sós Katalin

SZTE Juhász Gyula Pedagógusképző Kar,
Fizika Tanszék

Napjainkban egyre többen foglalkoznak a környezetvédelem problémáival, ezen belül lakókörnyezetünk állapotával. Így egyre inkább előtérbe kerül a lakóépületekben, illetve a munkahelyeken mérhető radioaktív sugárzás vizsgálata is. Ezt az is indokolja, hogy az embereket érő radioaktív háttérsugárzás igen nagy százalékanak forrása az épített környezet. A mérések szerint világátlagban a háttérsugárzás effektív dózisének 60%-a, magyarországi átlagban pedig 75%-a az épületektől származik. Szintén az épített környezetnek tulajdonítható az a tény is, hogy hazánkban – és a többi mérsékelt égövi országban egyaránt – nagyobb a háttérsugárzás mértéke, mint a lakossággal súlyozott világátlag. Az éghajlat és az életmód miatt ugyanis ezeken a területeken éves átlagban a lakosság idejének 80%-át épületekben tölti. Ennek megfelelően a hidegebb területek országában az effektív dózis értéke még nagyobb, és az épületek szerepe is jelentősebb.

Az építőanyagok radioaktivitása

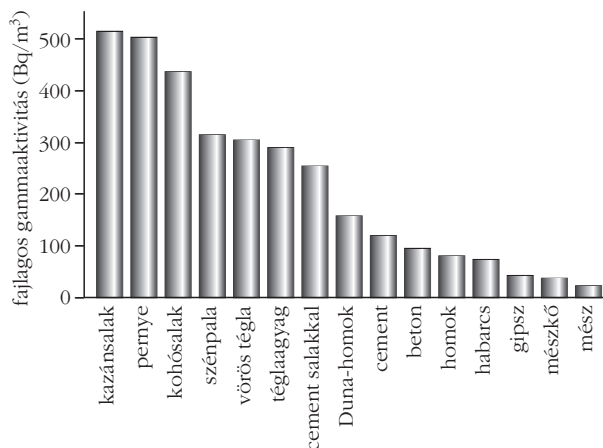
Az épített környezettől származó dózis megadásához ismerni kell a különböző építőanyagok radioaktivitását, amit elsősorban az összetételük, pontosabban az urán-, a tórium- és a káliumtartalmuk határoz meg. (A kálium az elem 0,01%-át alkotó ^{40}K izotóp miatt jelentős.) Emellett figyelembe kell venni az építőanyag porozitását is, mert főképpen ettől függ, hogy az ^{238}U bomlásából származó ^{222}Rn (radon), illetve a tórium bomlásából származó ^{220}Rn (toron) milyen mértékben képes kidiffundálni az anyagból. Nagy porozitás esetén a radonizotópok könnyen kilépnek az anyagból, radioaktív bomlásuk már a külső közegben játszódik le, így az építőanyag radioaktivitása kisebb, mint amekkora az összetétele alapján várható lenne.

Az építőanyagok radioaktivitására vonatkozó első átfogó vizsgálatot Lengyelországban végezték az 1960-as években, amelynek során építőanyagok összgamma-radioaktivitását határozták meg.

Az adatok szerint legnagyobb fajlagos gammaaktivitással a kazánsalak, a pernye és a kohósalak rendelkezik, ezt követik a különböző téglák, majd a cement, a beton, a gipsz és végül a mész és a mész (1. ábra) [1].

A salak és a pernye magas aktivitása megfelel a várokozásnak, mivel a kőszénben található radioaktív elemek ezekben halmozódnak fel. A téglák viszonylag nagy radioaktivitása összetételükkel magyarázható. A téglagyag 30–60%-ban tartalmaz agyagásványokat, emellett homokot, kalcium-karbonátot és különféle oxidokat. A homok radioaktivitása általában kicsi – kivéve, ha magas cirkon-, monacit- vagy xenotimtartalmú –, a kalcium-karbonát aktivitása szintén alacsony.

1. ábra. Különböző lengyelországi építőanyagok fajlagos gammaaktivitása [1]



1. táblázat						
Építőanyagok radioaktívelem-tartalma [1]						
építőanyag	származási hely	minták száma	C_{Th} (Bq/kg)	C_{Ra} (Bq/kg)	C_K (Bq/kg)	I (nGy/h)
tégla	Szovjetunió	455	40	35	611	113
	Magyarország	176	48	48	666	136
	Svédország	21	126	96	925	271
beton	Szovjetunió	124	19	28	289	63
	Magyarország	95	11	15	222	40
	Svédország	22	70	56	333	140
cement	Szovjetunió	115	17	31	152	53
	Magyarország	12	19	26	148	51
	Svédország	8	56	56	233	118
homok	Szovjetunió	375	10	8	218	32
	Magyarország	35	17	13	276	48

Az agyagásványok viszont magas urán-, tórium- és káliumtartalommal rendelkeznek. A jelentős urántartalom annak köszönhető, hogy az urán kiválása elsősorban az agyagos területeken játszódik le. Az urán oxidatív körülmények között vízben oldódik, ha azonban redukáló közegbe kerül, vízben nem oldódóvá válik, kicsapódik. Ehhez teremtenek megfelelő körülményeket az agyagásványok, amelyek szemcsefelületére válik ki az urán. A kőzetekre vonatkozó vizsgálatok többsége azt mutatja, hogy a 20 μm -nél kisebb átlagos szemcseméretű kőzetek radioaktivitása magas, miután fajlagos felületük is nagy, és a radioaktív elemek általában a szemcsefelületeken található meg.

A cement, és ebből adódóan a beton alacsony radioaktivitást mutat. A cement alapanyaga ugyanis a portlandcement, ehhez 75–80%-ban mészkőből és 20–25%-ban agyagból álló örlémenyt készítenek, amit 1400 °C-on kiégetnek. Az égetés hatására az agyagásványok elvesztik hidrátvizüket, égetett mész és szilikát képződik, majd zsugorodás lép fel, és kialakulnak az úgynevezett klinkerásványok. Az így nyert portlandklinkerhez gipszkövet és hidraulikus pótlékokat keverve kapják a cementet. A mészkő és a gipsz csak kevés radioaktív anyagot tartalmaz, ezért a cement és a beton csak kis mértékben sugároz. Jelentősebb radioaktív sugárzás akkor tapasztalható, ha a betonba magas aktivitású adalékanyagot kevernek,

2. táblázat					
Hazai beton- és téglaminták radioaktívanyag-tartalma [1]					
építőanyag	minták száma	paraméter	min. érték	max. érték	átlag
beton	91	C_{Th} (Bq/kg)	7,4	22,2	11,1
	95	C_{Ra} (Bq/kg)	7,4	22,2	14,8
	87	C_K (Bq/kg)	148	296	222
	94	K_{Rn} (%)	15	60	30
	116	$C_{Ra, eff.}$ (Bq/kg)	2,6	4,8	3,7
tégla	176	C_{Th} (Bq/kg)	33,3	66,6	48,1
	158	C_{Ra} (Bq/kg)	29,6	81,4	48,1
	176	C_K (Bq/kg)	444	925	666
	165	K_{Rn} (%)	1	8	4
	182	$C_{Ra, eff.}$ (Bq/kg)	1,1	4,4	1,8

mint például a stabilitási és be-
dolgozási paraméterek javítására
erőművi pernyét.

1977–1979 között több országban is vizsgálták az építőanyagok átlagos ^{232}Th -, ^{226}Ra -, ^{40}K -koncentrációját (C_{Th} , C_{Ra} , C_K), és a számított gammaintenzitást (I) (1. táblázat). A téglára, betonra, cementre vonatkozó adatokat összehasonlítva szembevetendő, hogy a svédországi eredmények többszörösei a Magyarországon, vagy a Szovjetunióban kapott értékeknek. Ez elsősorban annak tulajdonítható, hogy az alapanyagként szolgáló, ottani gránitos talajok-

nak igen nagy a radioaktívelem-tartalma. Az adatok itt is egyértelműen azt mutatják, hogy a tégla radioaktivitása nagyobb, mint a betoné vagy a homoké.

A magyarországi helyzet

Magyarországon Tóth Árpád és munkatársai végeztek igen átfogó mérésorozatot az építőanyagok radioaktivitására vonatkozóan. A leggyakrabban alkalmazott anyagokat, a betont és a téglát vizsgálták úgynevezett homogén mintacsoportokkal, azaz adott időben vettek egyszerre több helyről mintát. Vizsgálták a minták ^{232}Th -, ^{226}Ra - és ^{40}K -tartalmát, a kész építőanyag radonemanálási tényezőjét (K_{Rn}) és az effektív ^{226}Ra -koncentrációt, ami a rádiumkoncentráció és a radonemanálási tényező szorzata. A radonemanálási tényező a pórusok közötti radontartalom és a teljes radontartalom hányadosa, vagyis azt mutatja meg, hogy a szemcséből milyen könnyen tud kilépni a radon a szemcsék közötti pórusokba. A mérés során igyekeztek a meghatározó külső paraméterek hatását kiküszöbölni például oly módon, hogy a radonemanációt két eltérő légnyomáson vizsgálták, majd ezek átlagát tekintették a tényleges emanációs értéknek. A mintavételezés reprezentatívnek tekinthető, hiszen olyan építőanyaggyárakat választottak, amelyek akkor a hazai termelés 2/3-át biztosították. 28 építőanyaggyárból kapták a mintákat egy éven keresztül (2. táblázat) [1].

A lakószobák radioaktív modellje

Az adatok nem csak magát az építőanyagot jellemzik radioaktivitás szempontjából. Különböző modellek felhasználásával ezek segítségével meghatározható a lakószoba gammadózis-teljesítményének várható értéke.

Tóth Árpád modelljében 2,7 m sugarú gömbnek tekintette a helyiséget, 0,223 m vastagságú gömbhéjnak feltételezve a szoba falazatát. A fal anyaga a vizsgált faltípusnak megfelelő. Halmazsűrűség, abszorpciós tényezők, fotonenergiák, radonemanációs tényezők és egyéb adatok felhasználásával adta meg a gömb, vagyis a lakószoba középpontjában várható gamma-

3. táblázat

Építőanyagok ²²²Rn-ra vonatkozó diffúziós tulajdonságai

anyag	halmazsűrűség (kg/dm ³)	porozitás (%)	diffúzió-állandó (m ² /s)	diffúzió-hossz (cm)
cement	1,46	33,90	7,96 · 10 ⁻⁷	61,6
talaj	1,32	40,10	1,40 · 10 ⁻⁶	81,8
márvány	1,32	48,06	2,61 · 10 ⁻⁶	111,4
homok	1,60	50,10	3,69 · 10 ⁻⁶	132,5
mész	0,49	60,11	5,69 · 10 ⁻⁶	164,6

4. táblázat

Anyagok izotóptartalma és radonfluxusa

anyag	fajlagos aktivitás (Bq/kg)		radonfluxus (mBq/m ² s)	
	²²⁶ Ra	²³² Th	²²² Rn	²²⁰ Rn
mészkö	10	10	0,14–0,48	16–94
tégla	50	15	0,01–0,21	5–40
salakkő	75	20	0,13–0,62	19–66
beton	50	10	0,05–0,75	10–107
gázbeton	20	15	0,12–0,68	8–44
gránit	55	75	0,08–0,62	17–68

dózis-teljesítményt. A modellszámítás meghatározza a dóziskonverziós tényezőket is, amelyek megadják az egységnyi izotópkoncentrációra vonatkozó gamma-dózis-teljesítményt. A dóziskonverzió ²²⁶Ra-ra 5,4, ²³²Th-ra 8,64 és ⁴⁰K-ra 0,648 (μGy/év)/(Bq/kg). Ezek, valamint a C koncentrációk (Bq/kg) és a radon-, illetve toronemanációs tényező (K_{Rn} és K_{Th}) felhasználásával a szoba középpontjában várható D_i gammadózis-teljesítmény értéke (μGy/év)-ben:

$$D_i = 5,4(1 - K_{Rn}) C_{Rn} + 8,64(1 - K_{Th}) C_{Th} + 0,648 C_{40K}$$

Toth Árpád mérési eredményei alapján a betonfalazatú szobákban 0,24 mGy/év dózisteljesítmény várható, míg a vegyes falazatú – 41%-ban téglát, 59%-ban betont tartalmazó – lakásokban 0,575 mGy/év. A modellszámítás helyességét igazolja, hogy a vegyes falazatú szobákban végzett mérések 0,618 mGy/év dózisteljesítményt adtak, ami igen jó egyezést mutat a számított eredménnyel [1].

A Nukleáris Energia Ügynökség (Nuclear Energy Agency – a fejlett országokat tömörítő OECD szakmai szervezete) 1979-es közlése szerint a külső sugárterhelés kiszámításánál figyelembe kell venni az épületekben, illetve az épületek környékén eltöltött időt is. Ezek alapján a panelházak esetén nagyobb gammadózis-teljesítmény adódik, mint a magánházaknál, mivel az itt lakókat nagyobb mennyiségű építőanyag veszi körül, és több időt töltenek az épületen belül [1].

Az UNSCEAR (az ENSZ Atomsugárzások Hatásaival Foglalkozó Tudományos Bizottsága) a lakóterek dózisteljesítményét a szabadterén mért dózisteljesítmény alapján határozta meg, felhasználva a lakásban és a szabadban mért dózisteljesítmény arányát, mint átszámítási tényezőt. Ez a számítási mód tehát figyelembe veszi az épületnek a külső, főleg a teresztrikus sugárzásra vonatkozó árnyékoló hatását is. A mérések azt mutatják, hogy az 50 g/cm² felületi sűrűségű falazat teljesen elnyeli a külső sugárzást, míg 10 g/cm² felületi sűrűség esetén az abszorpció 50%-os. 1,6 g/cm³ átlagos építőanyag-sűrűséget véve ez azt jelenti, hogy a 30 cm vastagságú fal teljesen, míg a 6 cm vastagságú félig árnyékolja le a külső sugárzást. A teresztrikus sugárzást leginkább a faházak és a könnyűszerkezetes házak esetében kell figyelembe venni. Ezt igazolják azok az Amerikában végzett mérések, amelyeknél azt

tapasztalták, hogy amikor nem kell számolni a falazat sugárzásával, a bent mérhető dózisteljesítmény még a földszinten is kisebb, mint a szabadban mérhető, és emeletenként fokozatosan csökken. Az UNSCEAR számításainál feltételezték, hogy világátlagban az épületek 20%-a fából készült – ezekre 0,7 az átszámítási tényező, 80%-a pedig masszív falazatú – 1,3-es tényezővel. A súlyozott átszámítási tényező így 1,18, azaz átlagosan 18%-kal nagyobb terhelés ér bennünket a lakásokban, mint a szabadban. Az UNSCEAR 1977-es jelentése szerint a lakosság létszámával súlyozott világátlag a teresztrikus eredetű sugárzás dóziszintenzitására vonatkozóan 43 nGy/h, így a lakásokban várható dózisteljesítmény világátlaga 50,7 nGy/h [1].

Külön vizsgálatokat végeztek arra vonatkozóan, hogy az épületek egyes elemei – a falazat, a padló és a mennyezet – mekkora gammadózis-terhelést okoznak az ott lakók számára. A modellszámítások szerint egy átlagos, betontól készült épület esetén a szerkezeti elemek együttesen 0,25 mSv dózisterhelést okoznak egy év alatt. Ha a mennyezet sugárzása elhanyagolható, a padló és a falak együttes évi dózisa 0,10 mSv. Ha csak a padló sugárzását kell figyelembe venni, például beton alappozatú faház esetén, a dózisterhelés nem éri el a háttérugárzás mértékét. Ezek az adatok azt mutatják, hogy a szerkezeti elemek szerepe nem azonos az épületekből származó sugárterhelésben: betonépületek esetén például a padló kismértékű sugárterhelést okoz, míg a mennyezet hatása viszonylag nagy.

Az építőanyagok radonkibocsátása

Az épített környezettől származó radioaktív sugárterhelésben legfontosabb szerepet az építőanyagoktól származó radon játssza, ennek van a legnagyobb biológiai hatása. Az építőanyagok radondiffúziójára vonatkozó mérések egyértelműen azt mutatták, hogy nagyobb porozitás, azaz kisebb tömörség esetén a diffúzióállandó, és így a diffúzióhossz is nagyobb (3. táblázat).

Vizsgálatokat végeztek a különböző építőanyagok ²²⁶Ra- és ²³²Th-tartalmára, valamint ²²²Rn- és ²²⁰Rn-fluxusára (egységnyi felületen, egységnyi idő alatt kibocsátott radon aktivitása) vonatkozóan is (4. táblázat).

Építőanyagok radioaktivitásának jellemzői magyar építőanyagokra						5. táblázat
minta	aktivitáskoncentrációk (Bq/kg)				aktivitáskoncentráció-index	emanációs koefficiens (%)
	²³² Th-sor	²²⁶ Ra-sor	²³⁸ U-sor	⁴⁰ K		
tégla	44,5±5,4	47,6±10,5	42,0±8,9	706±119	0,61±0,08	6,3±2,9
cserép	47,1±13,2	46,3±11,5	40,4±10,3	714±186	0,63±0,16	4,3±1,4

A táblázatok adataiból látható, hogy, habár a gázbeton rádiumtartalma kisebb, mint a tégláé, mégis, a nagyobb diffúzióállandó miatt, a gázbeton radonfluxusa nagyobb. Mindegyik építőanyagnál az tapasztalható, hogy a toronfluxus körülbelül két nagyságrenddel nagyobb, mint a radonfluxus, a toron nagy bomlási állandója miatt.

Mérések szerint az égetetlen téglá radonfluxusa négyeszerese, toronfluxusa hatszorosa a kiégetett téglá fluxusához képest, ami igazolja a porozitás, és – ezen keresztül – a kiégetés hatását a radonkibocsátásra.

Az építőanyagok radonexhalációját nagymértékben meghatározza a nedvességtartalom is. Ezt bizonyítják azok a vizsgálatok, amelyek során betonminták radonkibocsátásának időbeli változását vizsgálták. 250 nap alatt hétszer végezték el a minták radonexhalációs rátájának (egységnyi tömegű anyag által egységnyi idő alatt kibocsátott radonatomok száma) mérését teljesen azonos módon és azonos körülmények között. Az eredmények azt mutatták, hogy míg az első száz nap alatt 15%-kal, a második száz nap alatt már csak 3%-kal csökkent a radonexhalációs ráta nagysága, ami a beton víztartalmának csökkenésével magyarázható, de figyelembe kell venni a beton öregedését, szerkezeti változását is.

Az építőanyagok radonexhalációs tulajdonságainak ismerete azért jelentős, mert többek között ez határozza meg a lakóterekben mérhető radonszintet. Az építőanyagok jellemzőin túl az épületek alatti talaj levegőjének radontartalma is fontos tényező – ami első

Építőanyagok összgamma-sugárzása			6. táblázat
termék	dózteljesítmény (nGy/h)		
	átlag	szórás	
homok	39,0	1,0	
sóder	34,7	1,1	
válaszfaltégla	96,7	1,4	
kisméretű téglá	86,5	4,1	
béléstest-tégla	105,6	4,6	
pillértégla	85,4	2,6	
beton díszburkolat	36,9	2,5	
porotherm téglá	84,7	2,9	
pórusbeton falazóelem	44,7	0,6	
beton díszburkolat	36,9	2,5	

sorban a talaj urántartalmának és permeabilitásának a függvénye –, de ezen kívül figyelembe kell venni például a természetföldrajzi jellemzőket, a településtípust, a lakók életmódját [2]. Emellett a légnymás-, a csapadék- és a hőmérsékletviszonyok is meghatározzák a radon áramlási módját, és ezáltal a lakások radonszintjét [3].

Hazai mérési eredmények

2003-ban az OKK OSSKI-ban (Országos Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet) téglá- és cserépminták gamma-spektrometriás és emanációs vizsgálatát végezték el, valamint meghatározták az úgynevezett aktivitáskoncentráció-indexet. Az aktivitáskoncentráció-index (I_a) a rádium-, a tórium- és káliumkoncentráció segítségével adja meg az építőanyag radioaktivitását:

$$I_a = \frac{C_{Ra}}{300 \text{ Bq/kg}} + \frac{C_{Th}}{200 \text{ Bq/kg}} + \frac{C_K}{100 \text{ Bq/kg}}$$

Az EU ajánlása szerint a téglák és egyéb nagyobb mennyiségben alkalmazott építőanyagok esetén az index maximális megengedhető értéke 1, míg a kisebb mennyiségben alkalmazott anyagok esetén 6.

A különböző országokban mért aktivitáskoncentrációk téglá esetében a következők: ²²⁶Ra-ra 32,0–79,8 Bq/kg, ²³²Th-ra 18,0–61,6 Bq/kg, ⁴⁰K-ra 353–986 Bq/kg. A hazai értékek közel megegyeznek a nemzetközi mérési eredményekkel. Az aktivitáskoncentráció-index mind a téglánál, mind a cserépnél kisebb, mint a megengedett érték. Ez a vizsgálat tehát azt mutatja, hogy hazai építőanyagaink radioaktivitás szempontjából megfelelnek a nemzetközi előírásoknak (5. táblázat) [4].

2004 őszén hordozható szcintillációs detektorral mi magunk is elvégeztük különböző építőanyagok összgamma-sugárzásának mérését. Az ömlesztett anyagok (homok, sóder) esetén minimum 0,5 m vastag réteget, míg a darabos termékeknél (tégla, falazóelem, díszburkolat) egy raklapnyi mennyiséget, azaz 1–1,5 m vastag réteget vizsgáltunk. Mindegyik mérésnél az anyagvastagság nagyobb volt, mint a telítési rétegvastagság. A mért dózteljesítményeket a 6. táblázat foglalja össze.

A mérések egyértelműen igazolták, hogy az építési anyagok közül a homok, a sóder és a beton sugárzási értéke a legalacsonyabb. A különféle téglák dózteljesítménye nagy agyagtartalmuknak miatt viszonylag magas: a tömör tégláké, az üreges szerkezetű falazóelemeké, a Porotherm tégláé és a béléstest-tégláké egyaránt. Megfigyelhető volt, hogy egy adott építőanyaggyárban, egy időben készülő különböző típusú

téglák sugárzása közel azonos, ennek oka a közel azonos minőségű alapanyag. A különböző időben érkező szállítmányoknál azonban még azonos építőanyaggyárak esetén is mutatkoztak eltérések. A mért radioaktivitást ugyanis meghatározza a porozitás is, ami elsősorban a kiégetés mértékétől függ. A téglá égetése körülbelül 1000 °C-on történik, ennek során porozitása felére csökken, további égetés további jelentős porozitáscsökkenést okoz. Ugyanazon téglagyár mintái tehát csak akkor adnak teljesen megegyező dózisteljesítményt, ha a teljesen azonos összetétel mellett ugyanolyan az égetés mértéke is.

Pórusbetonnak vagy gázbetonnak régen a pernyét vagy egyéb kohó- és kazánszármazékot tartalmazó könnyűbetont nevezték, amelyekben a pernye és a salak, mint kis porozitású adalékanyag biztosította a jobb szigeteléshez szükséges „levegőtartalmat”. Az MSZ EN 771-4 magyar szabvány alapján ma a homok alapanyagú termékeket nevezik pórusbetonnak. A szabványos meghatározás szerint a pórusbeton hidraulikus kötőanyagból – például cementből és/vagy mészből –, továbbá finom szerkezetű, kovasavtartalmú anyagokból, pórusképző adalékokból és vízből áll. A legtöbb pórusbeton alapanyaga őrlött égetett mész, kis mennyiségű őrlött gipsz, cement, őrlött kvarchomok és víz. Ezeket az anyagokat megfelelő arányban összekeverik, pórusképzőként alumíniumpasztát kevernek hozzá, amely a mésszel reakcióba lépve hidrogént fejleszt. Ez biztosítja a zárt, apró légzárványokat. A pórusbeton radioaktívanyag-tartalma összetételéből adódóan kicsi, mint azt a mérési eredmények is igazolják. A nagy porozitás nem változtatja meg jelentősen a mérhető radioaktivitást, ugyanis ezek a pórusok zártak, így az anyag permeabilitása kicsi.

Amikor az épített környezetünk radioaktivitásáról beszélünk nem elegendő az építőanyagok összetételét és szerkezetét vizsgálni, hiszen a beépítés módja, valamint az alkalmazott burkolóanyag jelentősen módosítja a falazaton, a padlón mérhető sugárzást. Meghatározó többek között a fal vastagsága: a főfalak mindig nagyobb radioaktivitást mutatnak, mint az ugyanolyan szerkezetű mellékfalak. A klinkerburkolat radonszige-

telő hatású, így ilyen külső burkolatú falak belső felületén magasabb összgamma-sugárzás mérhető. Szintén növeli a falakon, a padlón mérhető radioaktivitást a mázas kőburkolat és a csempe, kis porozitása és az ebből adódó radonszigetelő hatása miatt.

Az épületektől származó radioaktív dózis jelentős szerepet játszik a radioaktív háttérsugárzás alakulásában. Több országban – köztük hazánkban is – figyelembe veszik ezt a ténytet, és kutatásokat végeznek az építőanyagok radioaktivitására vonatkozóan, illetve vizsgálják a lakószobák légterében mérhető gamma-dózis-teljesítményt, valamint a radonszintet. A hazai radonszint-vizsgálatok közül kiemelkedő *Tóth Eszter* és munkatársainak tevékenysége, akik diákok segítségével eddig már több ezer lakóépület éves átlagos radonszintjét mérték meg [5].

Több nemzetközi ajánlás is létezik, amelyekkel igyekeznek korlátozni az épített környezettől származó radioaktív terhelés nagyságát. Hazánkban az építőanyagok, épületek radioaktivitására vonatkozóan egyelőre még nincs törvényi szabályozás. Az építőanyagok minőségére vonatkozó kiegészítő követelmények között azonban szerepel, hogy azok radioaktívanyag-tartalma nem haladhatja meg a 112. sz. Sugárvédelmi EU Irányelvben szereplő értékeket. Az irányelv a földkéreg átlagos radioaktivitását tekinti határértéknek, amely a ²²⁶Ra- és a ²³²Th-izotópra 40 Bq/kg, a ⁴⁰K-izotópra 400 Bq/kg. Ezen kívül már léteznek különböző ajánlások, amelyek betartásával elérhető, hogy olyan alapanyagokat és olyan technológiákat alkalmazzunk az építkezések vagy a felújítások során, amelyekkel az épületeinktől származó dózisterhelés alacsony szinten tartható.

Irodalom

1. Tóth Á., *A lakosság természetes sugárterhelése*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1983.
2. Tóth E., Radon a magyar falvakban. *Fizika Szemle* 49/2 (1999) 44
3. Tóth E., Selmecci D., Papp G., Szalai S., Lakótéri radon hosszútávú változásai. *Fizikai Szemle* 48/1 (1998) 12
4. *KÖZINFO. A Fodor József Országos Közegészségügyi Központ Információs Lapja* 2004/14
5. Hámori K., Tóth E., Köteles Gy., Pál L., A magyarországi lakások radonszintje (1994–2004). *Egészségtudomány* 2004/4.

AZ EÖTVÖS TÁRSULAT TISZTÚJÍTÓ KÜLDÖTTKÖZGYŰLÉSE, 2007

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat 2007. május 19-én, szombaton 10.00 órai kezdettel tartja Tisztújító Küldöttközgyűlését az Eötvös Egyetem Fizikai épület (Budapest, XI. Pázmány Péter sétány 1/A) 083. előadótermében.

A hagyományokhoz híven, a napirend előtt tudományos előadást hallgathatnak meg az érdeklődők, szervezése folyamatban van.

A Tisztújító Küldöttközgyűlés nyilvános, azon bárki részt vehet, a Társulat bármely tagja felszólalhat, de a szavazásban csak a területi és szakcsoportok által megválasztott és küldöttigazolvánnyal rendelkező küldöttek vehetnek részt.

Amennyiben a Küldöttközgyűlés a meghirdetett időpontban nem határozatképes, akkor munkáját 10.30-kor, vagy a napirend előtti előadás után kezdi meg. Az ily módon megismételt Küldöttközgyűlés a megjelent küldöttek számára való tekintet nélkül határozatképes, de a meghirdetett tárgysorozat nem módosítható.

Az Elnökség a Tisztújító Küldöttközgyűlésnek a következő tárgysorozatot javasolja:

- Elnöki megnyitó
- A Szavazatszámláló bizottság felkérése
- Főtitkári beszámoló
 - A Társulat 2006. évi közhasznúsági jelentése
 - A Társulat 2007. évi költségvetése
- A Felügyelő Bizottság jelentése
- Vita és szavazás a napirend előző két pontjával kapcsolatban
- A Jelölőbizottság előterjesztése az Elnökség és a Felügyelő Bizottság megválasztására
- Javaslat tiszteleti tag megválasztására
- Vita és választás
- A Társulat díjainak kiosztása
- Zárszó