

A SUGÁRTERHELÉS FAJTÁI ÉS SZINTJEI, LAKOSSÁGI SUGÁRTERHELÉS

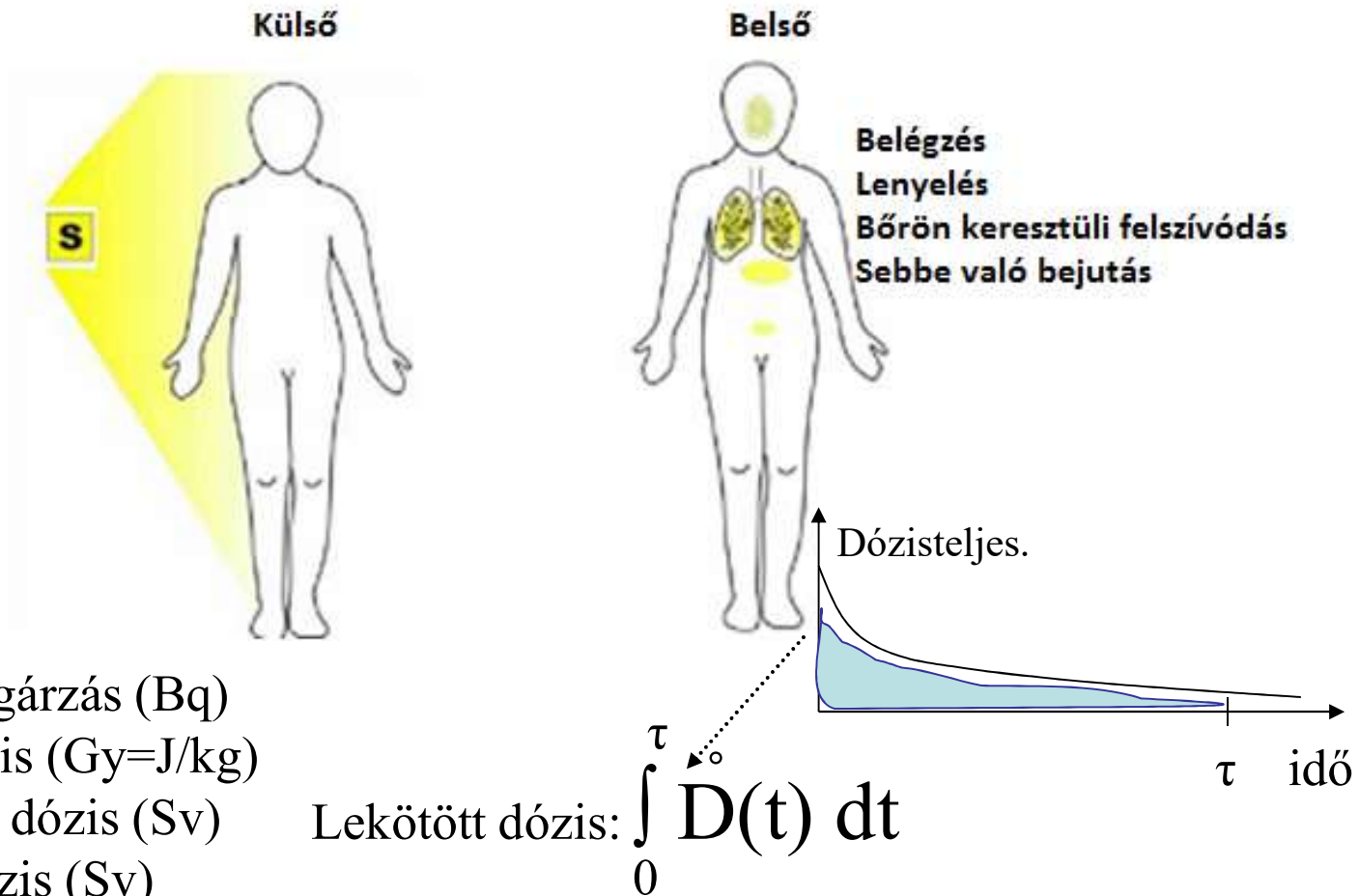
*Taba Gabriella ,SE Sugárvédelmi Szolgálat
2021.04.06.*

Sugárterhelések osztályozásának szempontjai

- Sugárforrás elhelyezkedése: külső, belső sugárzás (az emberi testhez viszonyítva)
- Sugárzás eredete, forrása: természetes, mesterséges
- Sugárzás fajtája: α -, β -, γ -, neutron,
- Sugárterhelés szabályozása, ellenőrzése (expozíciós fajták): tervezett, veszélyhelyzeti, meglévő
- Időtartam (akut: 1-2 nap alatt, krónikus: évek)
- **Exponált csoportok, személyek (expozíciós kategóriák):** foglalkozási, lakossági, orvosi, (bióták?)

Az elhatárolódás, kategorizálás, osztályozás több esetben nem egyértelmű!

Külső és belső sugárterhelés



Integrálási időtartam szabályozáshoz: $\tau = 50$ év (felnőtt), 70 év (gyermek)

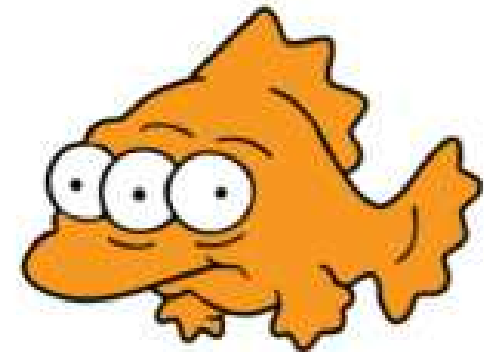
SIMPSONS GUIDE TO RADIATION



Bequerel [Bq]
How brightly your
Cesium glows



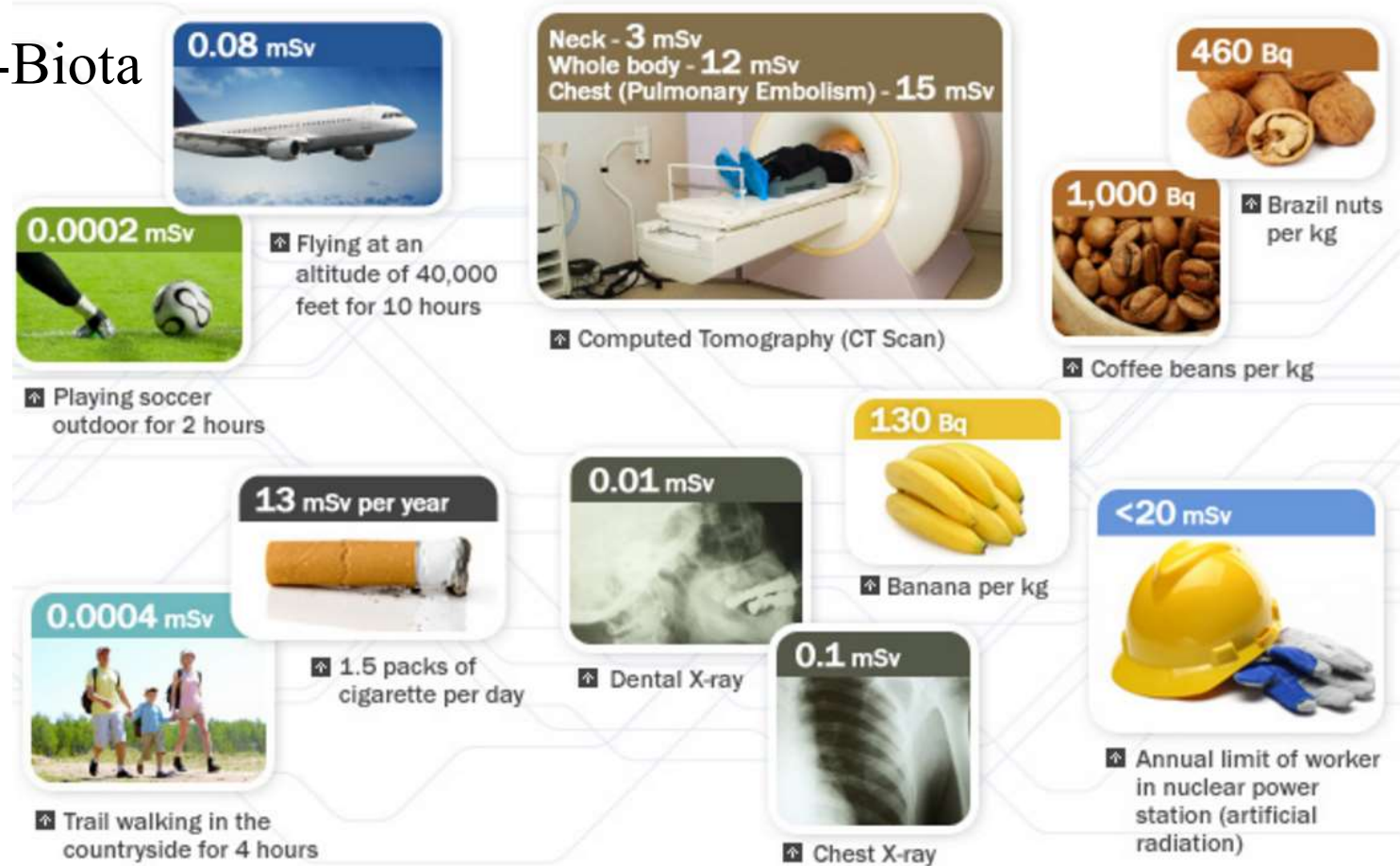
Gray [Gy]
How brightly
Cesium will make
you glow



Sieverts [Sv]
How many extra
eyes will you have
after glowing?

Expozíciós Kategóriák

- Munkavállalóra vonatkozóan
- Lakosságra vonatkozóan
- Nem humán-Biota



Lakossági sugárterhelés eredete, forrása, dózisa

- Természetes sugárterhelés

évi $\approx 2,5$ mSv effektív dózis (külső + belső)



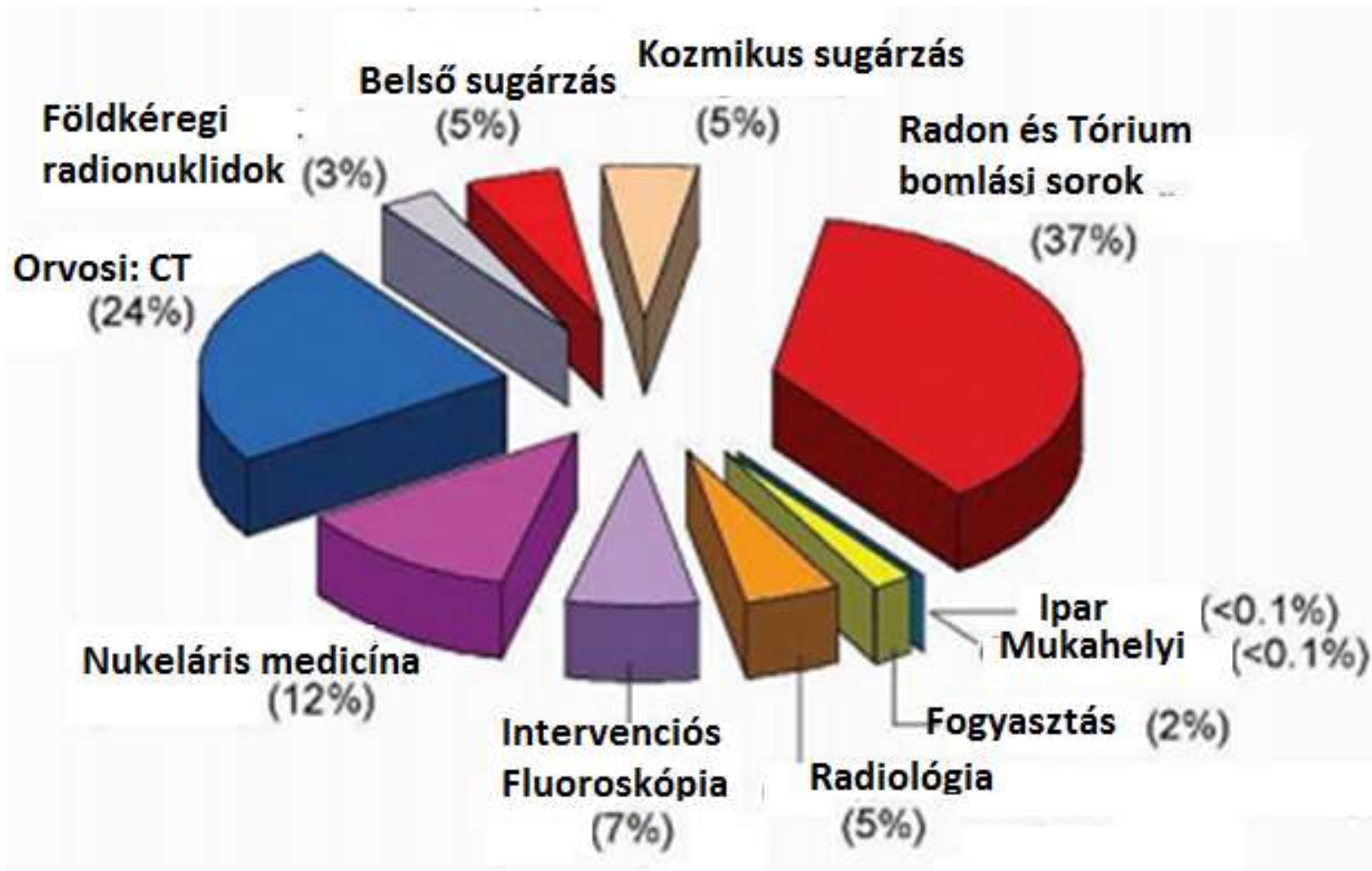
- Mesterséges sugárterhelés

évi $\approx 1,7$ mSv effektív dózis (elsősorban külső, orvosi diagnosztika)



- Összehasonlítás kép munkavállalóknál:
- Éves dózis korlát 20mSv
- Éves dózis megszorítás 2mSv (40mikroSv/hét dolgozókra, 6mikroSv/hét lakosságra)
- Tervezési korlátozás 2mSv/év
- Kivizsgálási szintek: munkahelyi (2mSv), hatósági (6mSv), INES 2 (20mSv felett) nemzetközi bejelentés
- Egyetemen előforduló dózis járulékok: 1-0,2mSv

NCRP tanulmány 160 USA Lakosság effektív dózis eloszlása sugár források szerint (2006)



Természetes eredetű külső sugárzások

Kozmikus sugárzás

Kozmogén radionuklidok

Földkérgi radionuklidok

Primodiális radionuklidok

Szóló radionuklidok



15 km

10

$\mu\text{Sv} \cdot \text{óra}^{-1}$



10 km

5

$\mu\text{Sv} \cdot \text{óra}^{-1}$



Himalája

6,7 km

1

$\mu\text{Sv} \cdot \text{óra}^{-1}$

Mexikóváros

2,3 km

0,1

$\mu\text{Sv} \cdot \text{óra}^{-1}$

Tengerszint

0 km

0,03

$\mu\text{Sv} \cdot \text{óra}^{-1}$



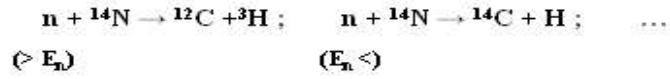
Magas természetes háttérű területek



Ország	Terület	Terület jellege	Dózis teljesítmény (nGy/h)
Brazília	Guarapari	Monazit, vulkanikus kőzetek	90-90 000 (strandok)
Kína	Yangjiang	Monazit	370
Egyiptom	Nílus Delta	Monazit homok	20-400
Francia ország	Közép Dél-nyugat	Monazit homok Urán tartalmú kőzetek	20-400 10-10 000
India	Kerala és Madras	Monazit homok	200-4000
Irán	Ramsar Mahallat	Források	70-17 000 800-4000
Magyarország	Mecsek	MÉV rekultivált központi meddőhányója	250
Svájc	Tessin, Alpok	Gneiss vulkán, Ra-226 karszt	100-200

Külső+Belső

Léggör



n

 γ

2 500	81	300	22 000	14	60	56 atom·m ⁻² ·s ⁻¹
-------	----	-----	--------	----	----	----	--

Földfelszín

esőcsepp, aeroszol

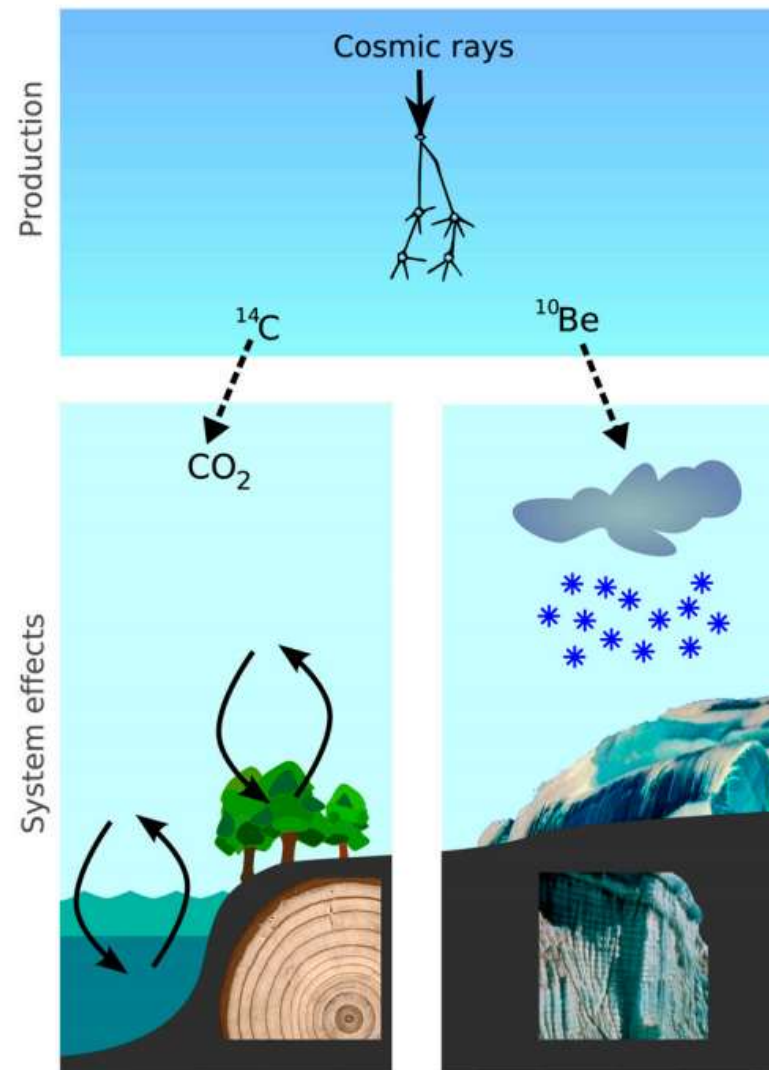
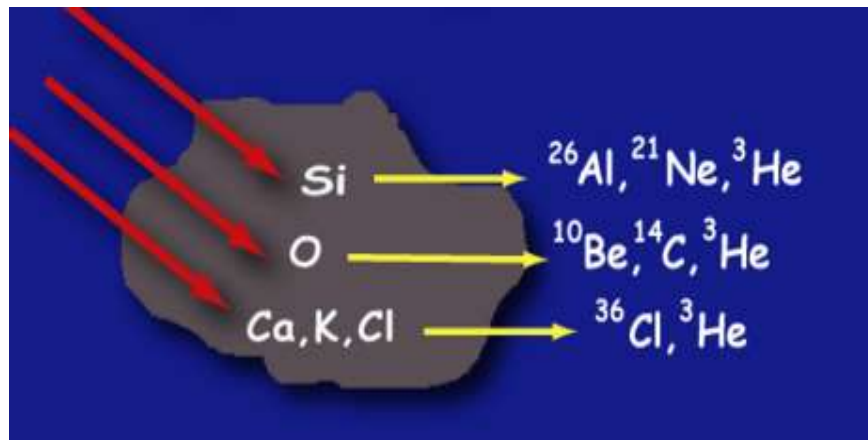
[illegible]

A diagram showing the electron capture (EC) decay of ^{40}K . A box labeled ^{40}K has two arrows pointing to boxes labeled ^{40}Ar and ^{40}Ca . The label "EC" is placed below the arrows.

$$^{144}\text{Nd}$$

10

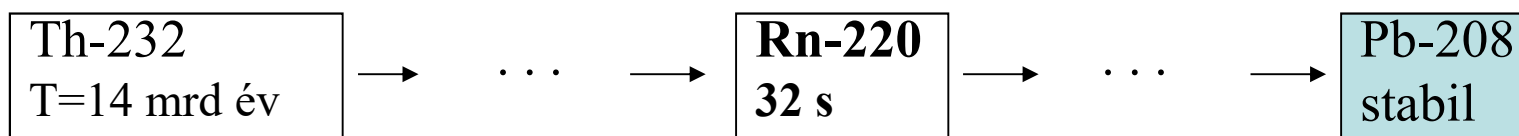
Kozmogén izotópok keletkezése



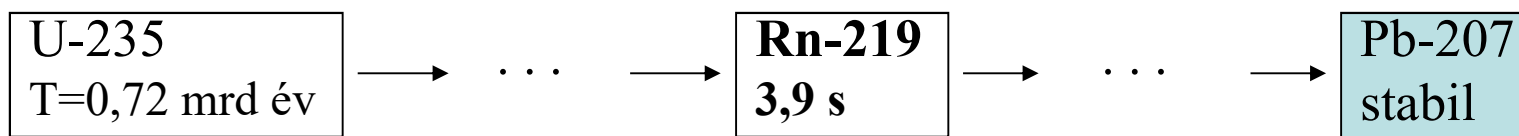
A földkérgi sugárterhelést meghatározó **természetes radioaktív bomlássorok**

Primodiális nuklidok (Th,U sorok, szülő radionuklidok K-40,

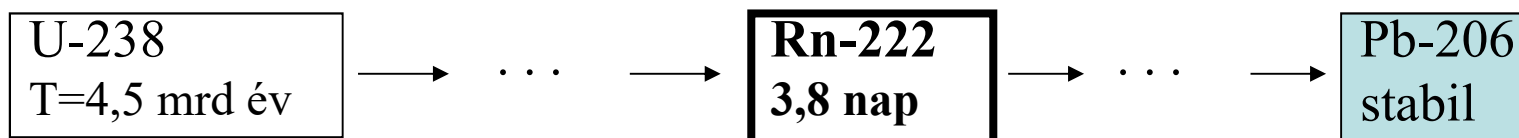
Tórium sorozat



Aktínium sorozat



Urán sorozat

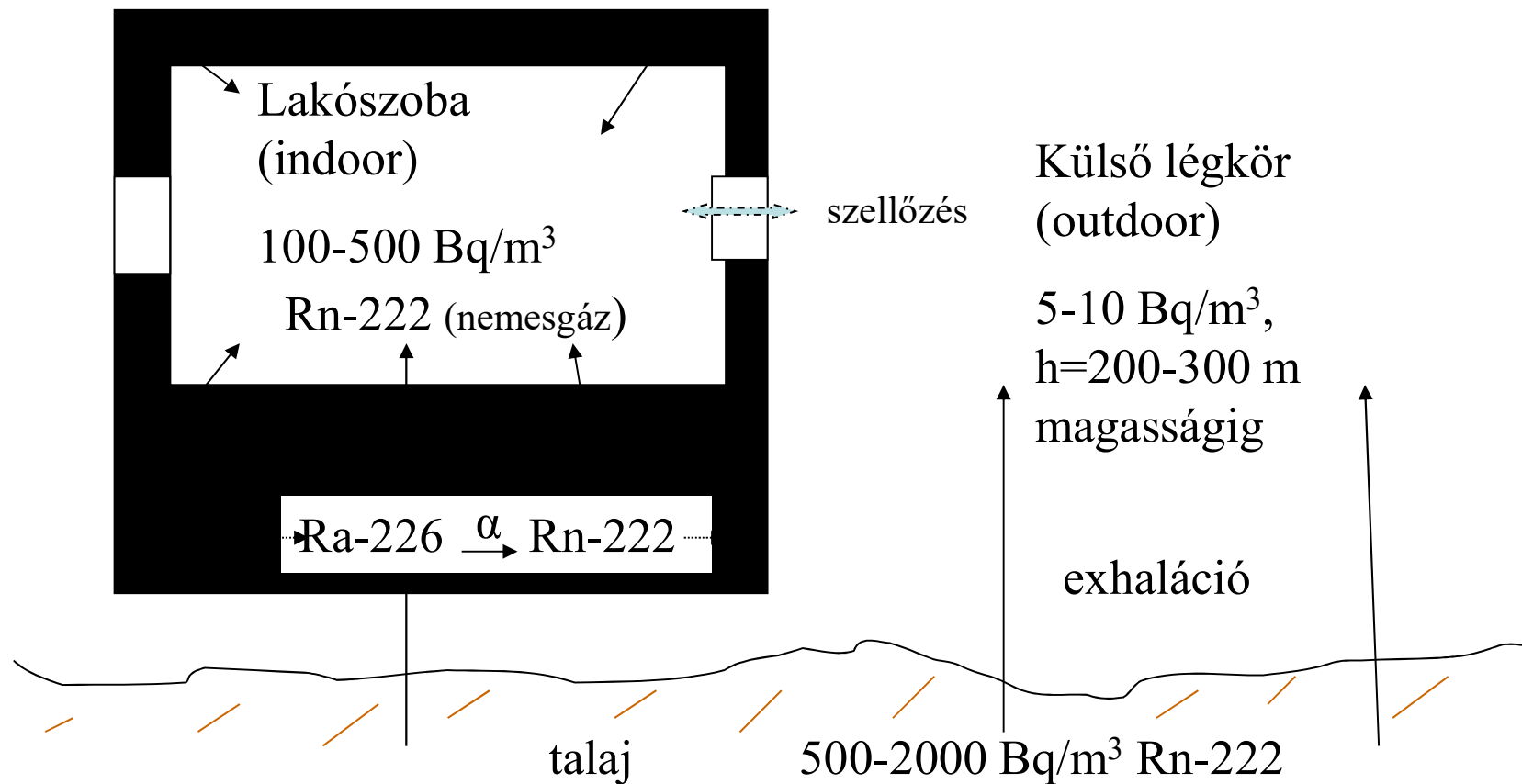


Lényeges folyam.: Rn-emanáció: a Rn nemesgáz a kristályrácsból kiszabadul a talajgázokba

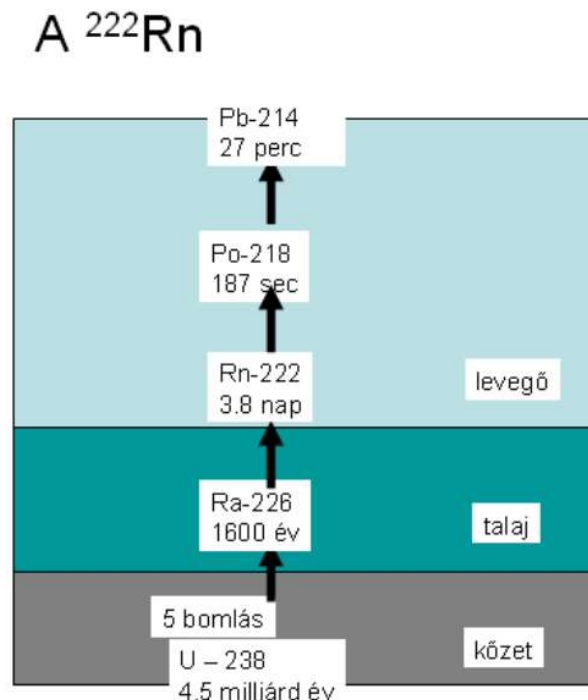
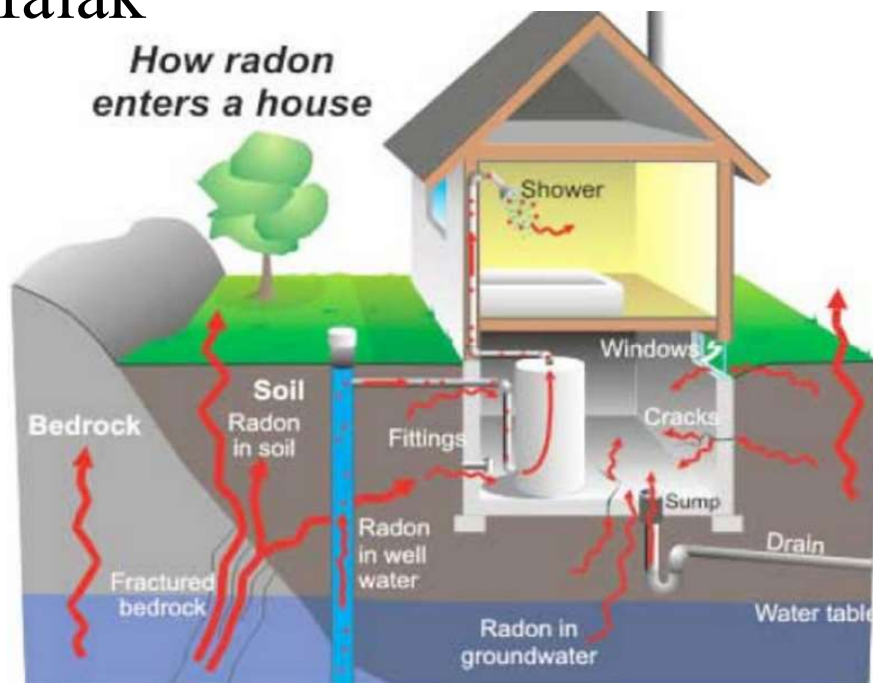
Rn-exhaláció: a Rn a talajból kikerül a légkörbe.

Rn-222 koncentrációk

Különösen télen, amikor kicsi a szellőztetés, a lakótérben felgyülemlik a Rn-nemesgáz. Az emberek többsége életének kb. 80 %-ban zárt térben tartózkodik (dolgozik, szórakozik, alszik,...)



Radon és leányelemei a lakóterekben (Rn-forrás: épületanyag, falak)



Átlagos környezeti koncentráció: $5\text{--}15 \text{ Bq/m}^3$

Átlagos beltéri koncentráció: 39 Bq/m^3

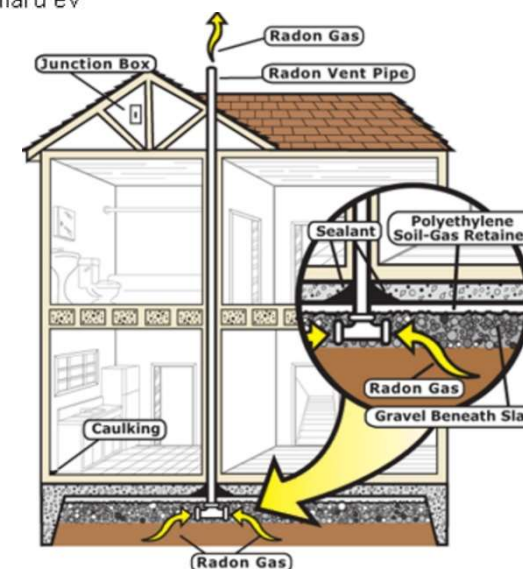
Beavatkozási szint: $200\text{--}400 \text{ Bq/m}^3$ (Ausztrália 200)

A tüdőrák kockázatnövekedése 16% per 100 Bq/m^3 radon koncentráció növekedés

A függvény lineáris, küszöbérték nélkül

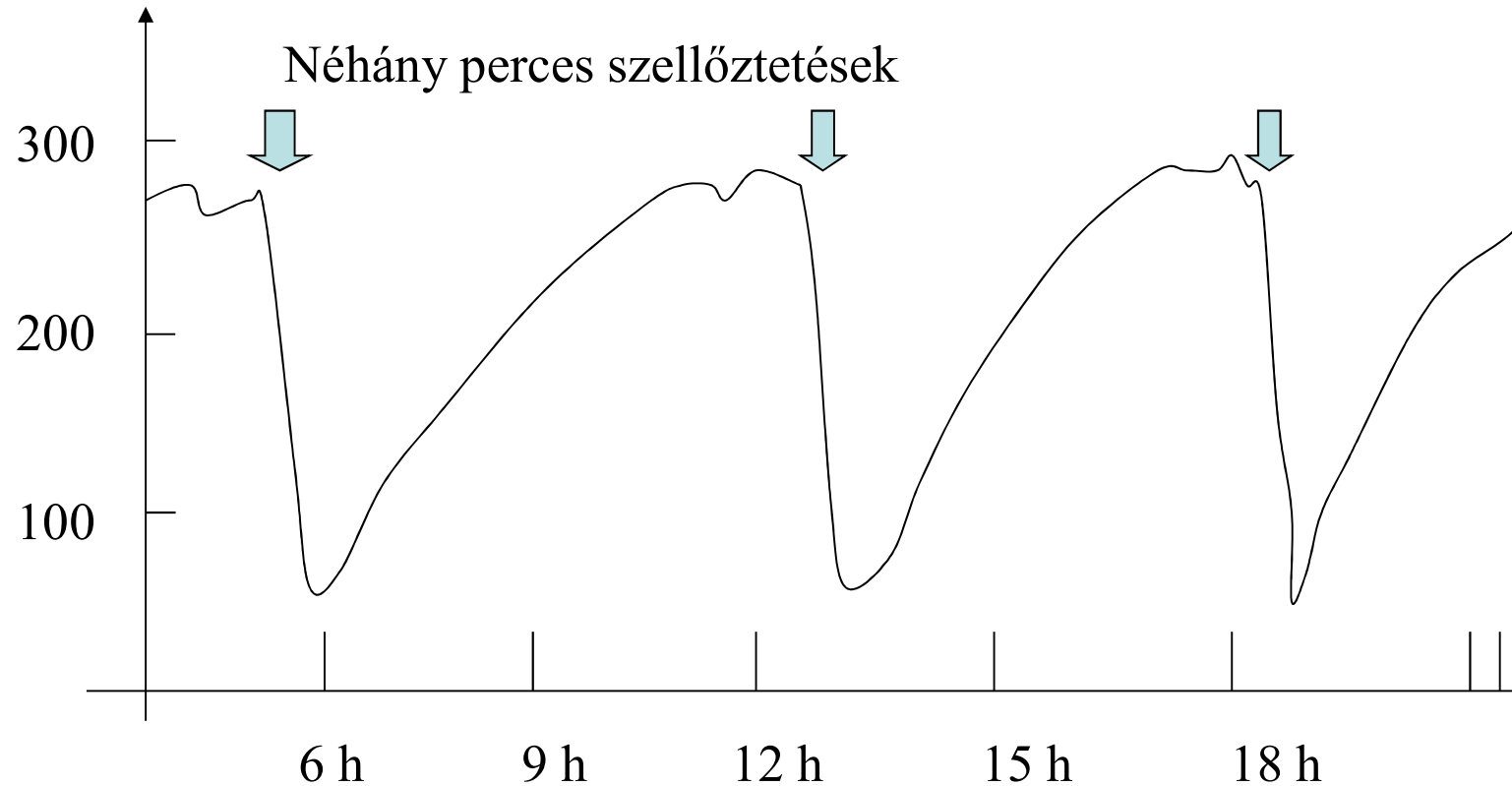
A dohányzás szinergetikusan növeli a kockázatot

Az enyhe dohányzás is növeli a kockázatot a kis dózisok tartományában



Rn-koncentráció változása 5-6 óránkénti, néhány perces szellőztetés esetén

- C_{Rn} (Bq/m³)



Mesterséges forrásokból eredő sugárterhelés

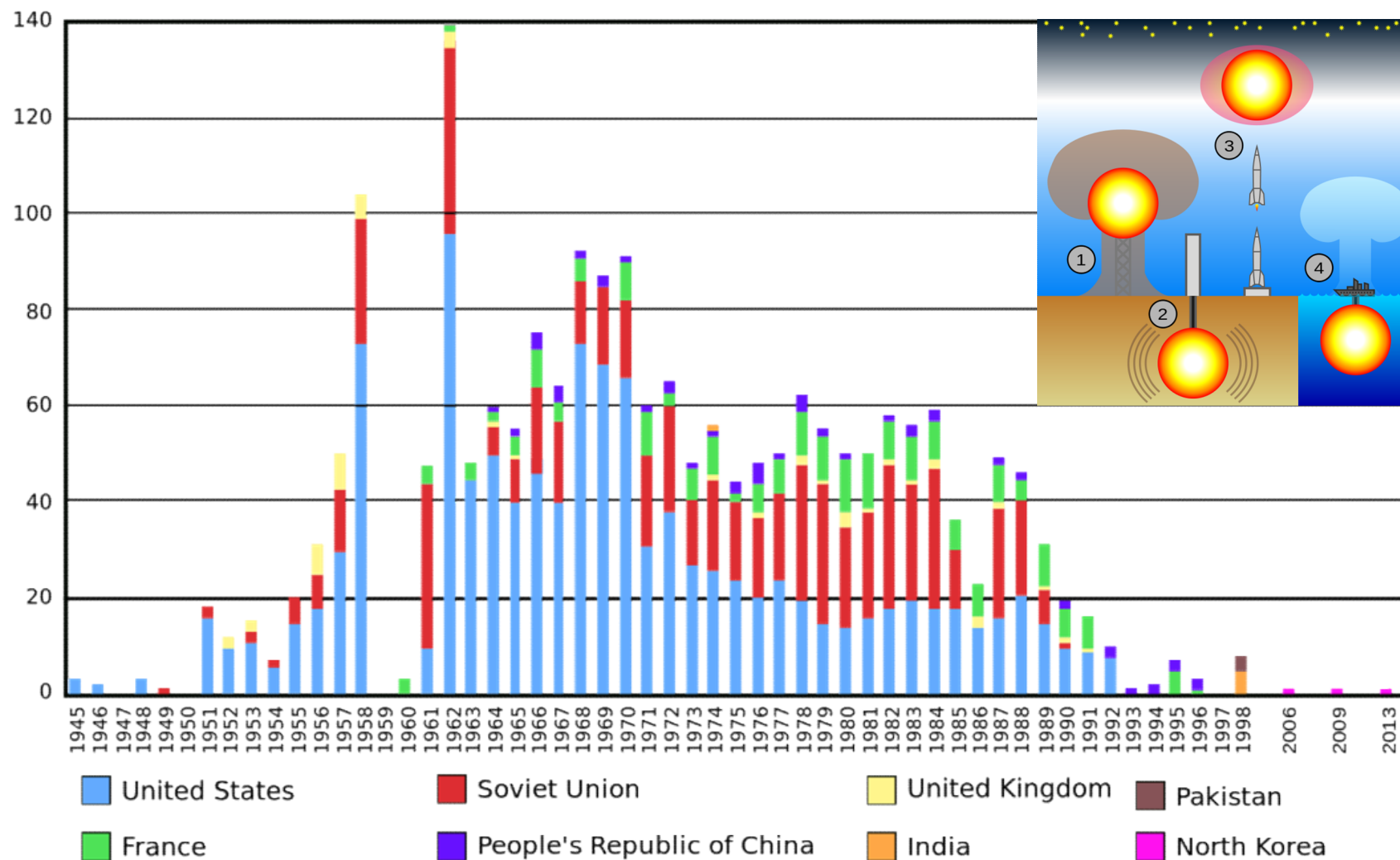
- orvosi sugárterhelés (mint páciens, rtg diagn.)
- atomerőművek, izotóplaboratóriumok környezetében a levegő, növényzet radionuklid koncentrációja
- radioakt. hull. tárolók környezetében a kutak, forrás vizek radionuklid tartalma
- Nukleáris kísérleti robbantások
- NORM anyagok
- Balesetek

Ezek a jelentősebb, mesterséges lakossági sugárterhelés járulék komponensek.

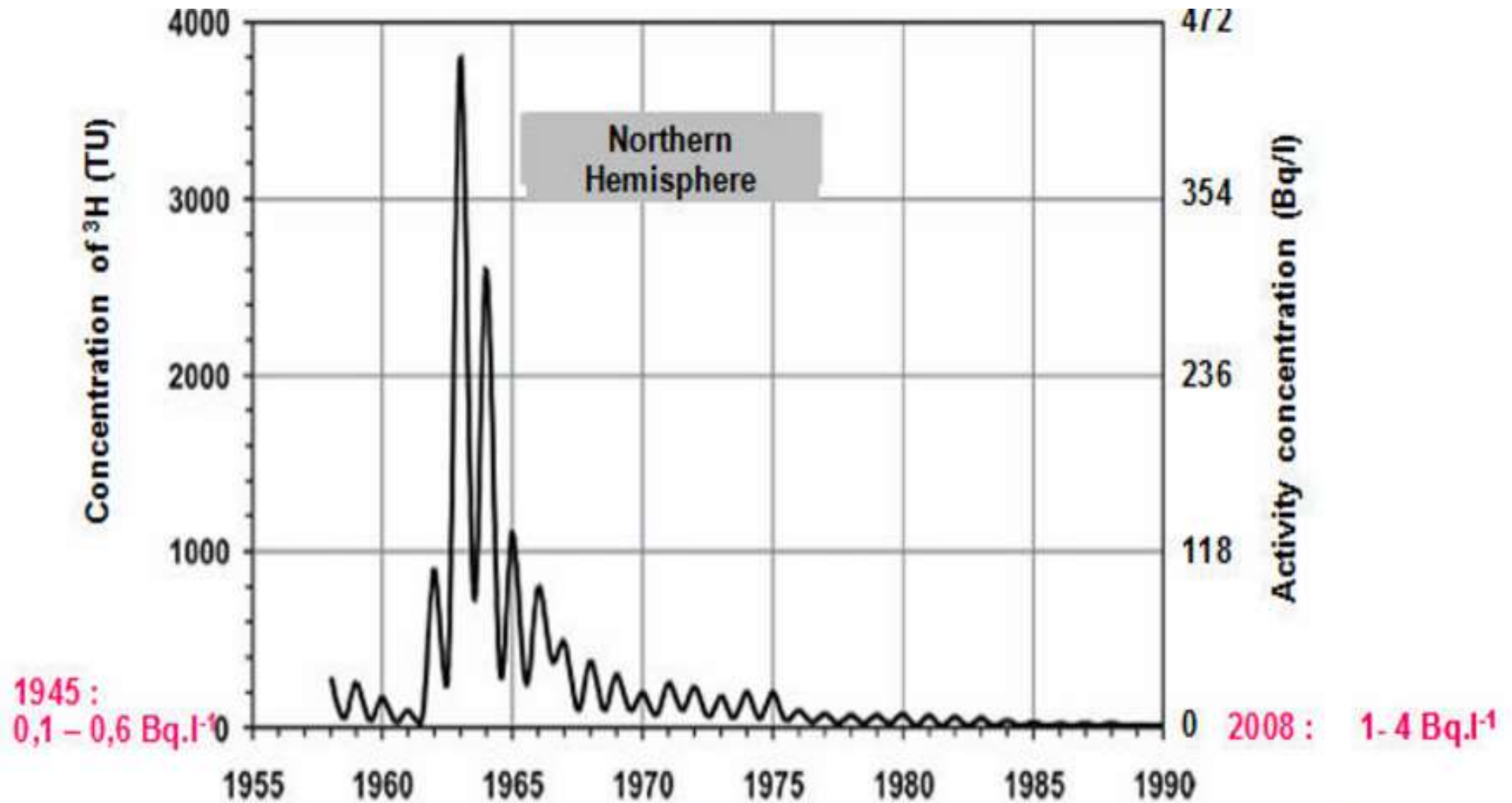
Kibocsátási forrás	Ország	év	Összes aktivitás (Bq)	nuklidok
Hirosima,Nagaszaki	Japán	1945	4×10^{16}	Aktinidák, Xe-133, I-131, Sr-90, Cs-137,
Légköri robbantások	USA, USSR	1963-ig	2×10^{20}	Fúziós,H-3,C-14,Cs-137, aktinidák
Windscale	UK	1975	1×10^{15}	I-131
Chelyabinsk	USSR	1957	8×10^{16}	Aktinidák ,Xe-133, I-131, Sr-90, Cs-137,
Csernobyľ	USSR	1986	2×10^{18}	Cs-137, I-131, Sr-90

Nukleáris kísérleti robbantások száma

Worldwide nuclear testing, 1945 - 2013

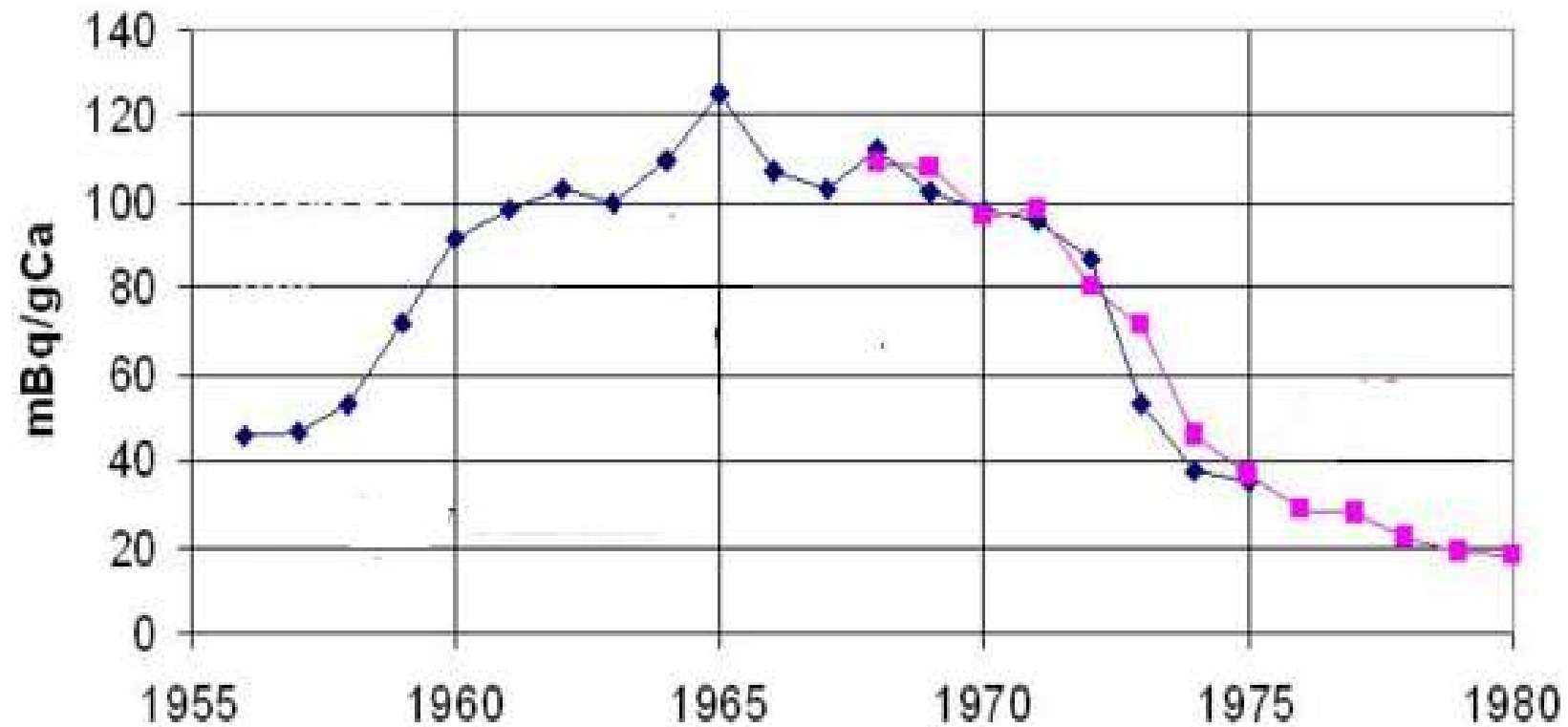


Trícium felszíni aktivitás koncentráció változás



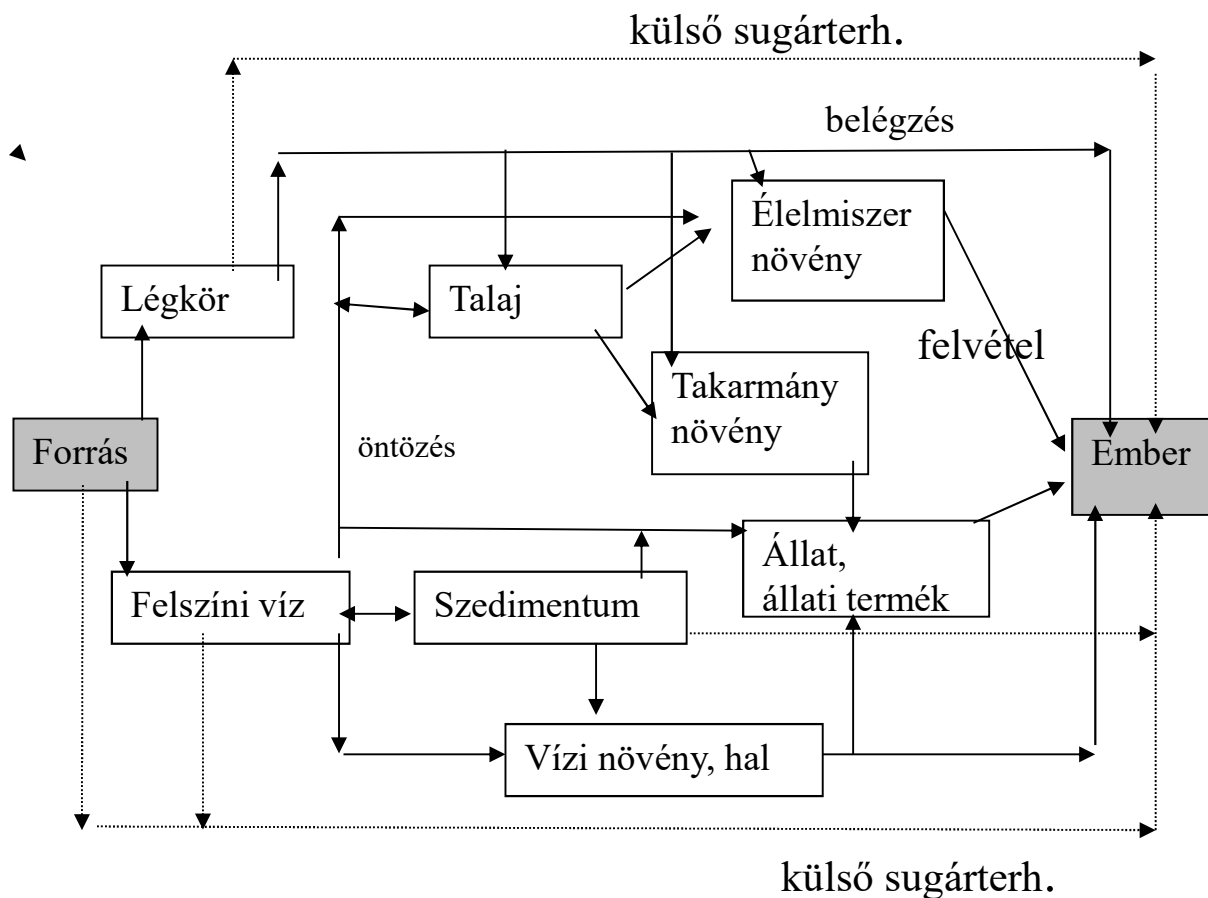
Smooth curve showing the average ^3H concentrations in precipitation over the continental surface in the Northern hemisphere. *Source = IAEA Isotope hydrology, 2006*

Fogak és tejfogak Sr-90 aktivitás koncentráció változása



(Turai I.: Sugáreg. ismeretek, 1993)

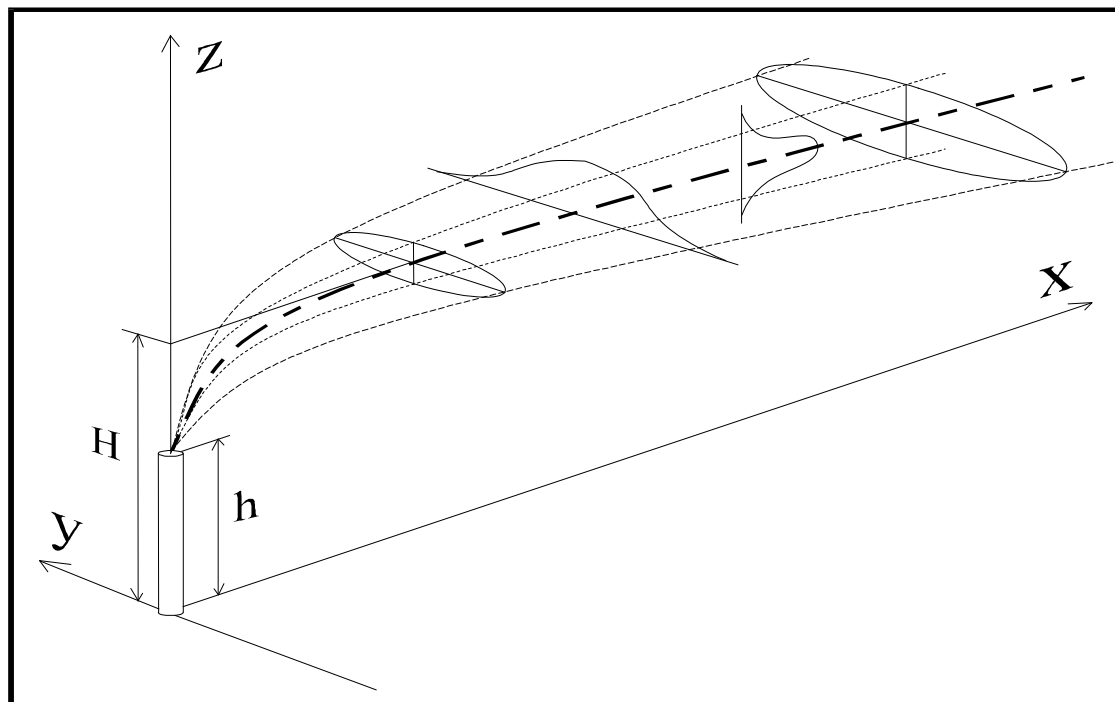
Nukleáris üzemből, izotóplaboratóriumból kikerülő radioaktív anyag mozgása a környezetben: expozíciós útvonalak



- A radioaktív anyag migrációja a bioszférában és besugárzási útvonalak az ember esetén (*szaggatott nyíl a sugárzás, folyamatos nyíl a radioaktív anyag terjedését jelöli*)

Légköri terjedés nukleáris létesítmény (atomerőmű, izotóplaboratórium) környékén

- Normál üzem mellett a forrástól 2-3 km távolságban már rendszerint nem mérhető a szennyeződés, csak becsülhető a kibocsátásból és a meteorológiai adatokból (Gauss-féle terjedési modellek).



TENORM anyagok

Technológia révén módosított természetes radioaktív anyagok

- Szén tüzelésű erőművek
- Geotermikus energia termelés
- Foszfát műtrágya
- Építő anyagok
- Fogyasztási cikkek (üvegáruk, kerámia, festékek)
- Ipari hulladékok (iszap, hamu, por, vízkő)



•Építőanyagok

Építőanyagok becsült átlagos radioaktív anyag tartalmát az alábbi táblázatban mutatjuk be:

Építőanyagok radioaktivitása

Építőanyag	Urán		Tórium		K-40	
	ppm	mBq/g (pCi/g)	ppm	mBq/g (pCi/g)	ppm	mBq/g (pCi/g)
Gránit	4.7	63 (1.7)	2	8 (0.22)	4.0	1184 (32)
Homokkő	0.4 5	6 (0.2)	1.7	7 (0.19)	1.4	414 (11.2)
Cement	3.4	46 (1.2)	5.1	21 (0.57)	0.8	237 (6.4)
Mészkő (tömörített)	2.3	31 (0.8)	2.1	8.5 (0.23)	0.3	89 (2.4)
Homokkő (tömörített)	0.8	11 (0.3)	2.1	8.5 (0.23)	1.3	385 (10.4)
Száraz farostlemez	1.0	14 (0.4)	3	12 (0.32)	0.3	89 (2.4)
Gipsz melléktermék	13.7	186 (5.0)	16.1	66 (1.78)	0.02	5.9 (0.2)
Természetes gipsz	1.1	15 (0.4)	1.8	7.4 (0.2)	0.5	148 (4)
Fa	-	-	-	-	11.3	3330 (90)
Vályogtégla	8.2	111 (3)	10.8	44 (1.2)	2.3	666 (18)

Átlagos környezeti dózisszintek, a konfidencia intervallumokkal (**természetes**)

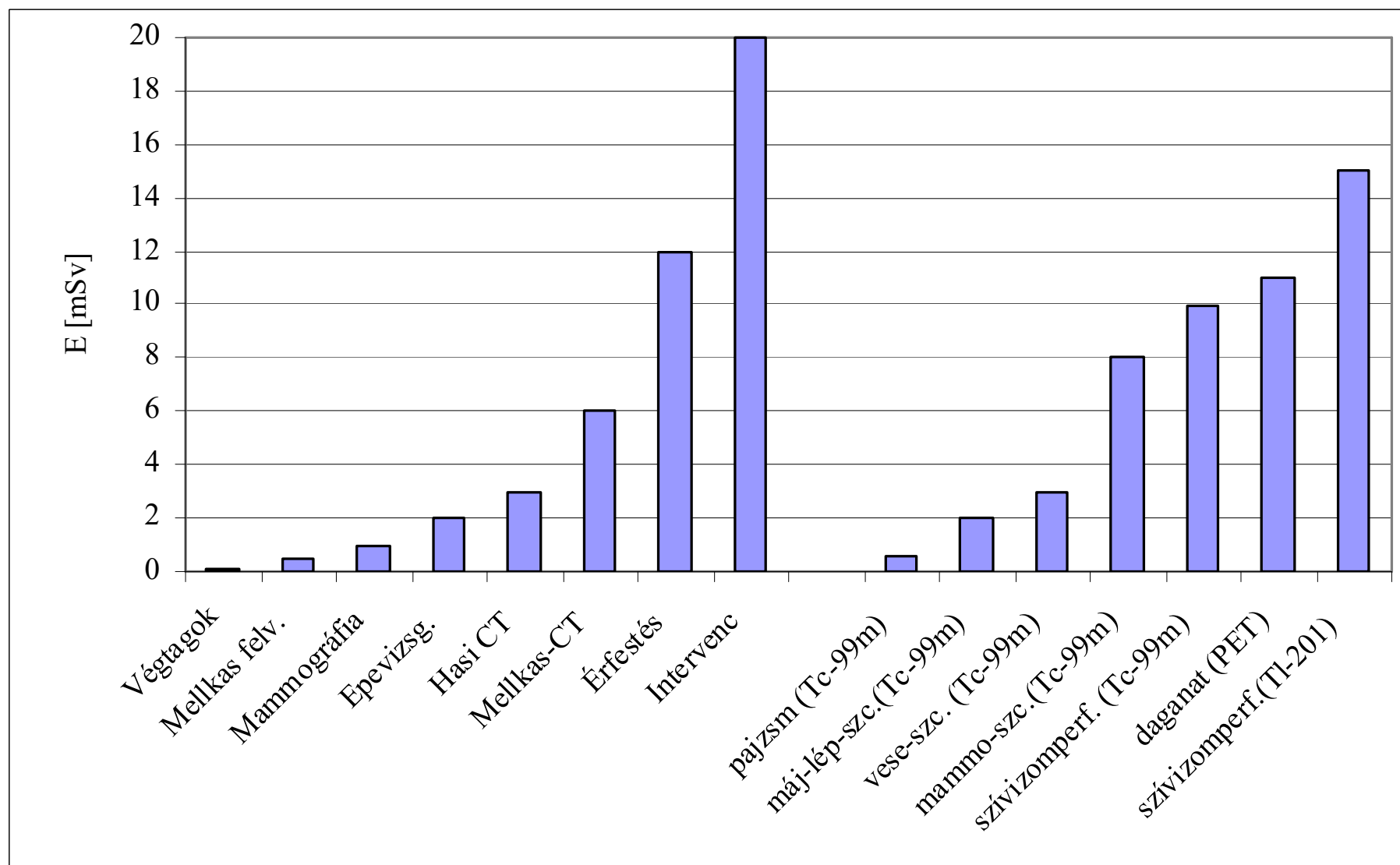
Forrás, komponensek	Átlagos dózis és intervallum (mSv)
Kozmikus, külső, effektív dózis, éves	0,38 (0,3-1,0)
Kozmogén radionuklidok belégzése, lenyelése (belső, lekötött effektív dózis), éves	0,012 (0,008 - 0,02)
Földkérgi, külső, effektív dózis, szabadban, éves lakóépületben, éves	0,45 (0,3-0,6) 0,55 (0,4-0,8)
Földkérgi, belső, lekötött eff. dózis (kivétel: Rn leányelemei), éves	0,27 (0,2-0,5)
Földkérgi, belső, lekötött eff. dózis, Rn és leányelemei, éves	1,2 (0,5-5,0)
Földkérgi, belső, lekötött egyenérték dózis tüdőre, Rn és leányelemei, év	10

Átlagos környezeti dózisok (folytatás: **mesterséges** források)

Forrás, komponensek	Átlagos dózis és intervallum (mSv)
Orvosi, külső (elsősorban rtg diagn), effektív dózis, éves	1,5 (0,1-5)
Atomerőművek (1-5 km távolságban), éves	0,01 (- 0,1)
Atombomba (Hiroshima, Nagaszaki, városterületeken belül)	100-5000
Atomfegyver kísérletek, északi félteke	0,1-2
déli félteke	< 0,01
Csernobili baleset, effektív dózis	
r \approx 30 km-es körön belül	1-20
Közép- és Nyugat Európa	0,1-2
Észak Amerika	0,01
Japán	0,01
déli félteke	< 0,01

SE rtg munkahelyeken a dolgozók (utóbbi 3 évben): $\approx 0,5$ mSv / év
SE **fogászati** rtg munkahelyeken a dolgozók (u 3 év): $< 0,3$ mSv / év
SE izotópos munkahelyeken a dolgozók (u 3 év): $\approx 0,7$ mSv / év

Orvosi sugárterhelések (eff.dózis per vizsgálat)



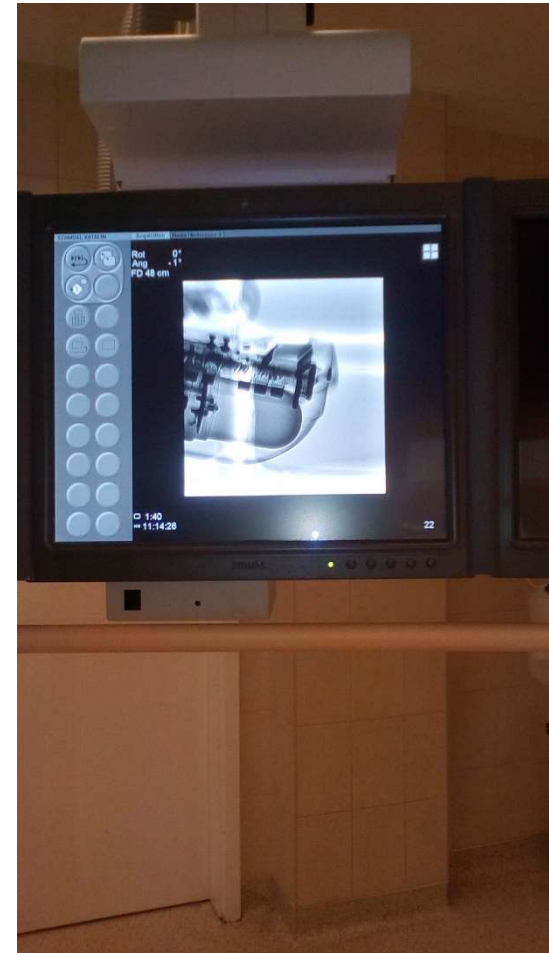
Sugárterhelések mérése

- **Külső sugárzás mérése** (esetek közel 100 %-ban a fogorv. alkalmazásban)
 - képi diagnosztika, röntgen
 - sugárterápia ,
 - *rtg sugárzás*, energia: ≈ 60 keV (20-150 keV), ionizációs kamrával dózis, ill. dózisteljesítmény mérés , termoluminescens mérés (TLD),
- **Belső sugárterhelés-radioaktív izotóp**, (belélegzés, lenyelés, bőrön történő felszívódás, seb)
 - anyagcsere folyamatokból: lágy szövetek, csontok, vizelet (24 órás) széklet (48 órás), orr-száj váladék minta, (LSC, HpGe detektor, NaI det.)
 - fogminták radionuklid szennyeződése (kémiai mintafeldolgozás, majd mérés NaI (Tl), folyadék-szcintillációs stb. detektorral)
 - aktivációs elemzések,
 - α -, β - és γ -sugárzás, *mint szennyeződés* mérése dörzsmintában stb.

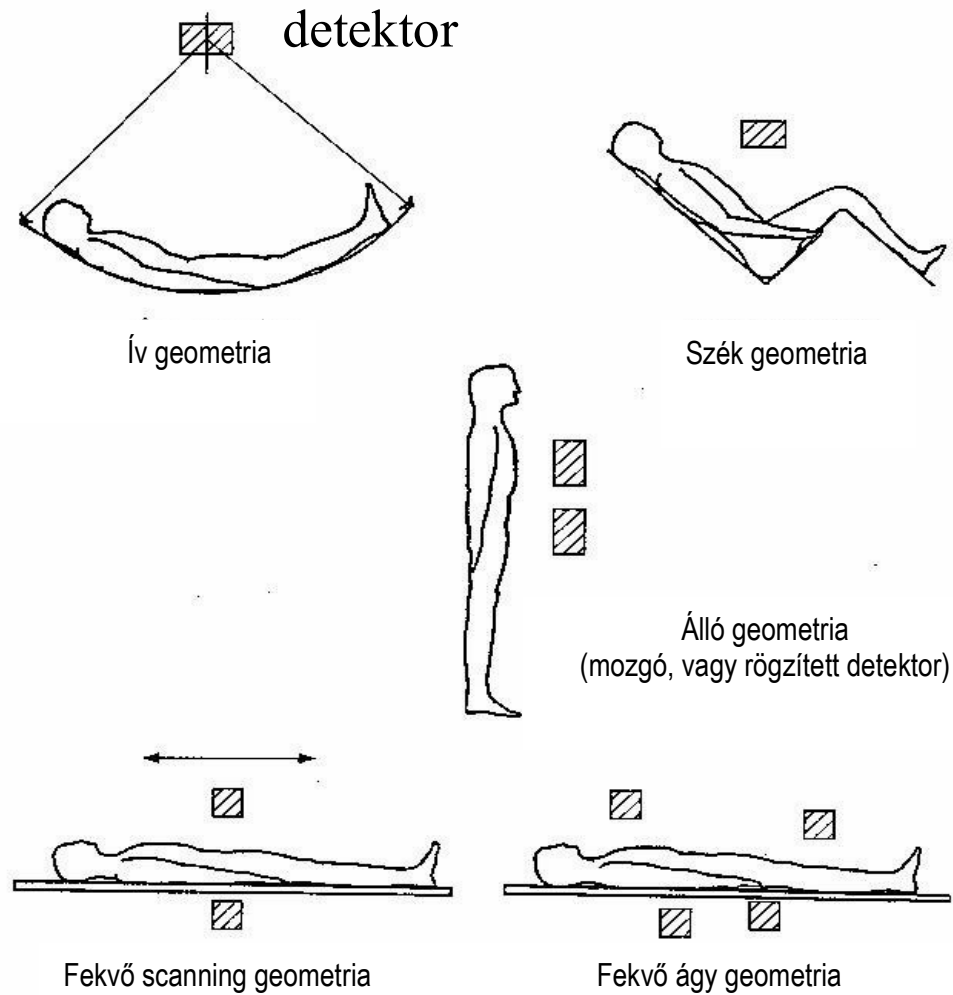
külső sugárterhelést okozó gamma- vagy röntgen-fotonsugárzásból
származó *személyi dózisegyenérték*, $H_p(10)$ (0,3mSv-től)

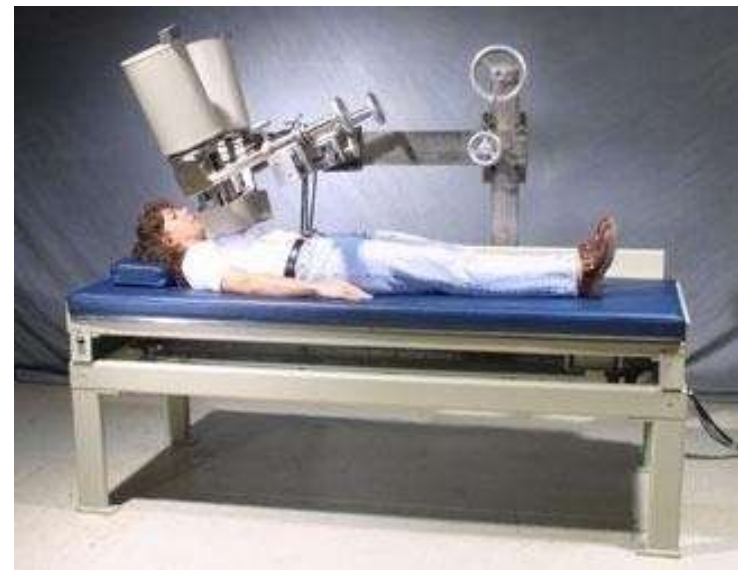


Egyetemen lehet belső ellenőrzésre TLD és
dózis teljesítmény mérést igényelni

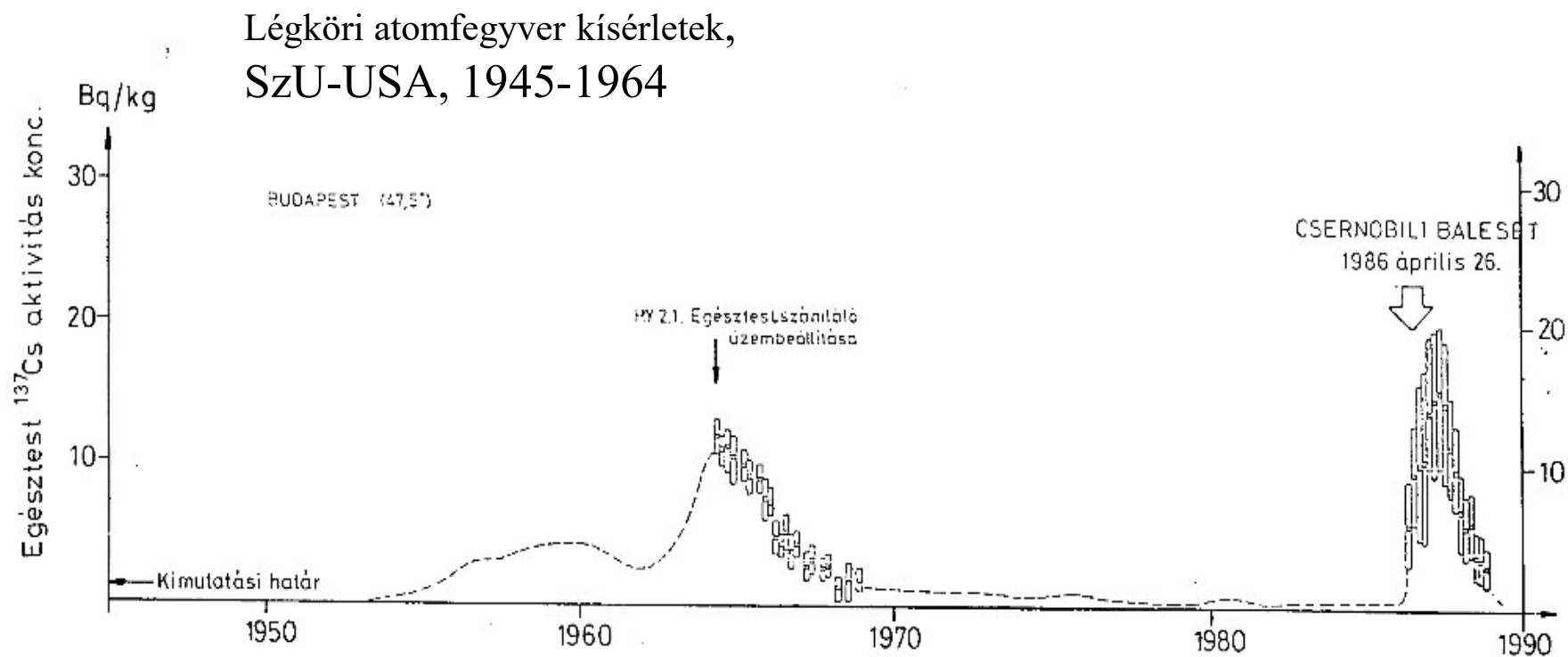


Egésztest számláló, inkorporált radioizotóp kimutatására (mérési geometriák)





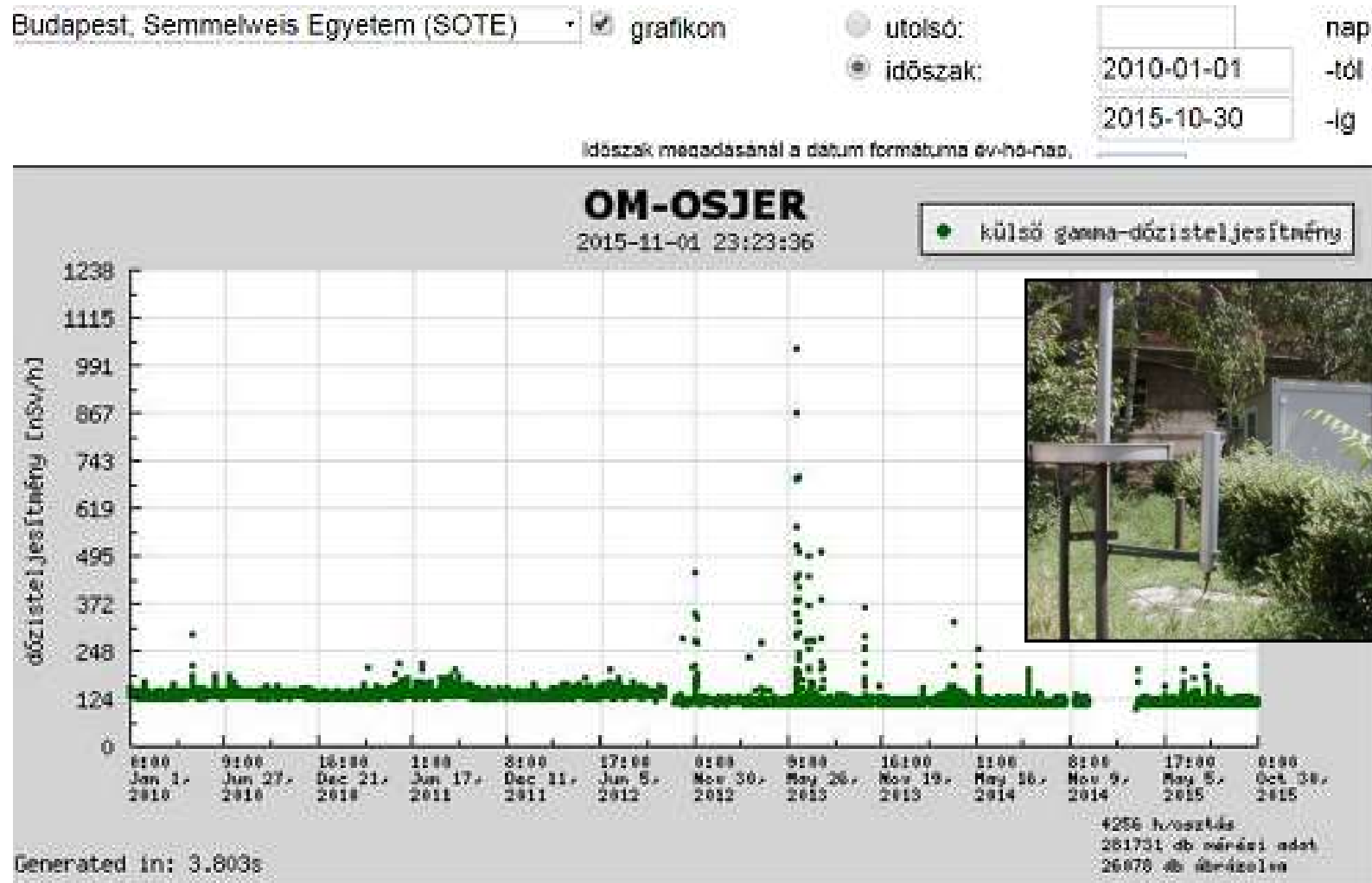
A Cs-137 megjelenése a fővárosi lakosságban (Andrási A., ... (KFKI) mérései). (A Cs-137 $E=662$ keV energiájú gamma-sugárzást bocsát ki, ami nagyrészt áthatol az emberi testen, azaz az emberbe, belégzéssel, étellemszerrel bekerült radionuklid az emberi testen kívül is „jól” mérhető.)





Környezeti monitorozás

Folyamatos (néhány percenkénti) mérés, kb. 1 m magasságban,
rendellenesség gyors észlelésére



„Esőcsúcsok”: megnőtt lemosódás a talajra, a levegőből

Irodalom:

Nemzetközi Biztonsági Alapszabályzat: az ionizáló sugárzás elleni védelem és a sugárforrások biztonsága (fordítás 1996-ban, az eredeti kiadvány: IAEA Safety Series No. 115, Vienna, 1996)

Köteles Gy. (szerk): Sugáregészségtan. Medicina Könyvkiadó, Budapest 2002.

Kanyár B., Béres Cs., Somlai J., Szabó S. A.: Radioökológia és környezeti sugárvédelem. Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém, 2004 (2. kiadás).

1996. évi CXVI. törvény az atomenergiáról. Magyar Közlöny 1996/112. szám (XII.18.) 6321-6334.

Az egészségügyi miniszter 16/2000 (VI.8.) EüM rendelete. Magyar Közlöny 2000/55. szám, 3204-3228.

A környezetvédelmi miniszter 15/2001. (VI.6.) KÖM rendelete. Magyar Közlöny, 2001/62. szám, 4004-4012.

EU Radiation Protection No. 136, 2004. European guidelines on radiation protection in dental radiology

ICRP Public. No 103, Pergamon P., New York, London, 2007.

Fehér I., Deme S. (szerk): **Sugárvédelem.** ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2010 (600 oldalas, 8 szerző).

Pátzay György Radiokémia IV. (BME)

Biztonság Kultúra

