

## SE FOK Sugárvédelem, 2009/2010

### A sugárterhelés fajtái és szintjei

2009. október 21 (szerda), 15:10-16:20, Árkövy terem

Dr. Kanyár Béla, SE Sugárvédelmi Szolgálat

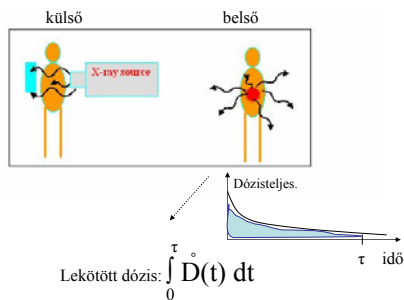
1

### Sugárterhelések osztályozásának szempontjai

- Sugárforrás elhelyezkedése: **külső, belső sugárzás** (az emberi testhez viszonyítva)
  - Sugárzás eredete, forrása: **természetes, mesterséges**
  - Sugárzás fajtája:  **$\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -, neutron, ....**
  - Sugárterhelés szabályozása, ellenőrzése (expozíciós fajták): **tervezett, veszélyhelyzeti, meglévő**
  - Exponált csoportok, személyek (expozíciós kategóriák): **foglalkozási, lakossági, orvosi, (bioták?)**
  - Időtartam (**akut**: 1-2 nap alatt, **krónikus**: évek)
- Az elhatárolódás, kategorizálás, osztályozás több esetben nem egyértelmű!*

2

### Külső és belső sugárterhelés



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

3

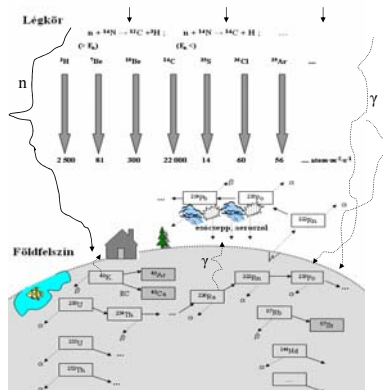
### Sugárzás eredete, forrása

- Természetes sugárterhelés  
évi  $\approx 2,5$  mSv effektív dózis (külső + belső)
- Mesterséges sugárterhelés  
évi  $\approx 1,7$  mSv effektív dózis (elsősorban külső, orvosi diagnosztika)

4

### Természetes: Kozmogén és földkérgi radionuklidok

Univerzum (ionok,  $\alpha$ -,  $\beta$ -, n-, müon- ... sugárzás)



5

### Természetes: kozmikus sugárzások dózisa

	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	$\mu\text{Sv} \cdot \text{óra}^{-1}$

6

### 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	0,45 (0,3-0,6)
lakóépületben, éves	0,55 (0,4-0,8)
Földkérgi, belső, lekötött eff. dózis (kivétele: 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

**Technológiák következményeként, emelkedett, természetes expozíció:**  
lakóépületben, repülés nagy magasságban, ...

7

### 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 ≈ 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): ≈ 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): ≈ 0,7 mSv / év

8

### Szabályozás szempontjából

- **Mentesség:** a lehetséges sugárterhelés olyan kicsi, hogy a sugárforrás, ill. az azzal járó tevékenység mentesíthető a bejelentés, engedélyeztetés, ellenőrzés alól (pl. < 5 keV energiájú sugárzás)
- 
- Tervezett sugárzási helyzet (planned exposure situation), dózis határértékek, korlátok
  - Veszélyhelyzeti sugárzás (emergency exposure situation) beavatkozási, cselekvési szintek (sürgős intézkedést igényel)
  - Meglévő, emelkedett sugárzási viszonyok (existing exposure situation) csökkenteni kell a sugárdózist, beavatkozás, de nem sürgős (általában krónikus, emelkedett sugárzási szint, pl. magas Rn-tartalmú lakás)

9

### Mentesség

- E ≤ 5 keV
- Sugárzó felületekhez közel: dózisteljesítmény: ≤ 1 μSv/h
- Éves dózis biztosan ≤ 10-50 μSv

**Radioaktív anyagra: izotóponként : aktivitások és aktivitás koncentrációk, pl.**

Nuklid	Akt. konc. (kBq/kg)	Aktivitás (kBq)
H-3	10 <sup>6</sup>	10 <sup>6</sup>
C-14	10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup>
Tc-99m	100	10 <sup>4</sup>
I-131	100	10 <sup>3</sup>
Cs-137	10	10
Po-210	10	10

Ha **akár** az aktivitás konc., **akár** az aktivitás kisebb a mentességi szintnél, akkor mentesül a hatósági ellenőrzés stb. alól.

### A sugárvédelem célja, feladata

A sugaras alkalmazások során az eredmény használhatósága (kép minősége, mérhető legkisebb aktivitás eltérés stb.) rendszerint annál nagyobb, minél nagyobb intenzitással, nagyobb sugáradaggal dolgozunk. Viszont a sugárzás káros egészségügyi hatásai miatt a lehető legkisebb intenzitással célszerű dolgozni.

**Elfogadható kompromisszum** a mai viszonyok közt:

- ne okozzunk determinisztikus hatást
- a sztochasztikus hatás valószínűségét minimálisra csökkentjük, az „ésszerűség határán belül”.

A konkrét esetekre korlátozások szükségesek.

11

### Exponált csoportok, kategóriák (szabályozás, ellenőrzés stb. szempontjából)

- Foglalkozási sugárterhelés
- rtg. sugárzással dolgozók
- Lakossági sugárterhelés
- atomerőmű környékén élők
- Orvosi sugárterhelés
- páciensek
- -----
- Bioták? (élővilág: állatok, növények,...)

12

### Dózis-Kockázat

Sugárkárosodással kapcsolatos kockázati együtthatók („nominal risk coefficients”), ICRP-2007

	Felnőttek (Sv <sup>-1</sup> )	Teljes popul.(Sv <sup>-1</sup> )
Rák	0,041	0,055
Öröklődő betegség	0,001	0,002

**Megjegyzés:** az értékek csak a sztochasztikus hatásokra vonatkoznak, azaz valószínűségek. Szigorúan csak az 1 Sv-hez közeli, akut, effektív dózisokra érvényesek, de az LNT (linear non-threshold) feltételezés alapján gyakran használatosak a 10 – 500 mSv közötti egyéni effektív dózisoknál is. Ennél kisebb, (1 mSv körüli) effektív dózis esetén csak kritikával, nagy bizonytalansággal alkalmazhatók.

Az értékek elsősorban a más (vegyi, stb.) hatásokkal járó kockázatok összehasonlítására, a szabályozásban alkalmazhatók.

13

### Korfüggő sugaras kockázati együtthatók (sztochasztikus hatásnál)

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

Kor	A felnőtt értékhez viszonyítva
< 10 év	x 3
10-20	x 2
20-30	x 1,5
30-50	x 0,5
50-80	x 0,3
> 80	Elhanyagolható a kockázat

14

### Megjegyzések

A hazai szabályozás a **veszélyhelyzetben** lehetőséget ad un. **különleges sugárterhelésre, önkéntes munkavállalók esetén**, mely előre indokolandó, az Országos Tisztiorvosi Hivatal engedélyre szükséges, miközben fokozott személyi dózis ellenőrzését is biztosítani kell. Értéke maximálisan évi 50 mSv effektív dózis és egyazon személynél az engedélyezés időtartama legfeljebb 5 év, s újabb engedélyezés nem lehetséges.

Továbbá veszélyhelyzetben, a baleset következményeinek elhárítása esetén az elhárításban résztvevő személy sugárterhelése nem haladhatja meg az 50 mSv effektív dózist.

A népesség jelentős sugárterhelésének megakadályozása és az **életmentésben való részvétel**, amikor arra kell törekedni, hogy a **100 mSv effektív dózist ne lépjük túl, bár életmentésben maximálisan 250 mSv is engedélyezhető.**

Látható, hogy az általános elvek és szigorú rendelkezések mellett a gyakorlati szempontok is érvényesülnek a szabályozásban, többek közt a kockázat és annak használta. Ugyanis nagyon valószínű – igaz nem biztos -, hogy néhány száz mSv dózis következménye még mindig „könnyebben vállalható” mint egy haláleset. Ilyen sugárterhelés csak fokozott ellenőrzés mellett engedélyezhető.

15

### Effective doses and risks of stochastic effects

(EU Radiation Protection in dental..., No. 136, 2004)

X-ray technique	Effective dose (µSv)	Risk of fatal cancer (per million)	Refer.
Intraoral radiograph (bitewing/periapical)	1 - 8.3	0.02 - 0.6	...
Anterior maxillary occlusal	8	0.4	
Panoramic	3.85 – 30	0.21 - 1.9	
Lateral cephalometric radiograph	2-3	0.34 #	
Cross-sectional tomography (single slice)	1 - 189	1 - 14	
CT scan (mandible)	364 -1202	18.2 - 88	
CT scan (maxilla)	100 - 3324	8 - 242	

# : Based upon risk to brain, salivary glands and thyroid gland only  
Annual number of dental radiographs in EU, in 2001: 96 (Por), 1660 (Swe)

16

### Vonatkoztatási szintek

- **Dóziskorlát**
- **Dózismegszorítás** : < Dóziskorlát (származtatott határértékek kiinduló dózisértékei, 1 sugárforr.)
- **Kivizsgálási szint**: ≈ korlát/3
- **Feljegyzési szint**: ≈ korlát/10
- **Kimutatási határ**: < feljegyzési szint
- **Referencia szint**: elsősorban nem tervezett sugárterheléseknél, optimalálás céljára, veszélyhelyzetben beavatkozásra

17

### Tipikus mérési körülmények, feladatok

- **Külső sugárzás mérése** (esetek közel 100 %-ban a fogorv. alk.)
  - képi diagnosztika
  - sugárterápia
  - rtg sugárzás, energia: ≈ 60 keV (20-150 keV)
- **Radioaktív izotóp**, mint nyomjelző mérése szöveti mintákban, ill. nukleáris medicina (esetek néhány %-ban)
  - anyagcsere (in vivo: lágy szövetek, csontok ... )
  - fogminták radionuklid szennyeződése
  - aktivációs elemzések
  - α-, β- és γ-sugárzás mérése

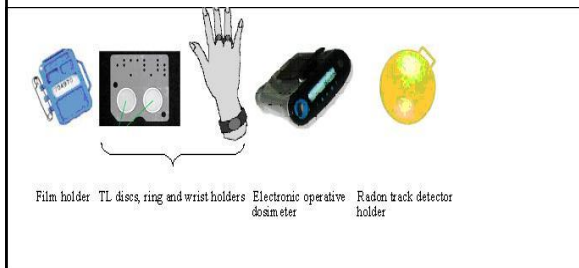
18

### Mérési feladatok, igények fejlődése (orvosi területen)

- Újabb radiológiai eszközök, képalkotó módszerek (PET, CT,...)
- Páciens sugárterhelésének figyelembe vétele  
**páciensre nincs dóziskorlát, dózishatárérték, de irányadó szint, referencia szint van!!**
- Optimalás a sugárvédelemben
  - Kockázat csökkentés (munkavállaló és páciens)
  - Költség-haszon
 Érdemes-e dóziscsökkentő beavatkozást (újabb védelmet, biztonságosabb eljárást,...) bevezetni?  
 Általában lépésenkénti optimalás: tervezés, dózisbecslés, megvalósítás, mérés, ...

19

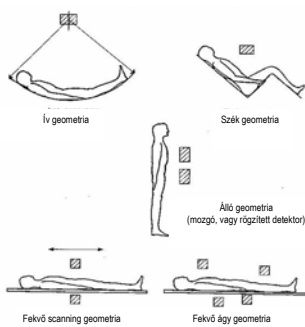
### Személyi doziméterek



Film holder TL discs, ring and wrist holders Electronic operative dosimeter Radon track detector holder

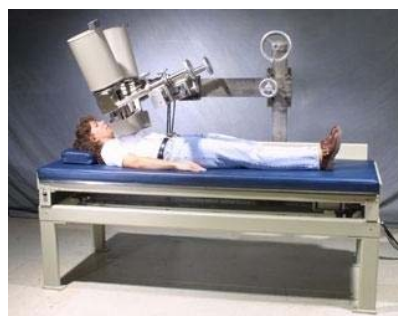
20

### Egésztest számláló, inkorporált radioizotóp kimutatására



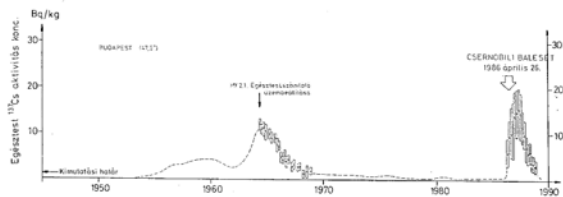
21

### Szkennelő egésztest számláló, két detektorral



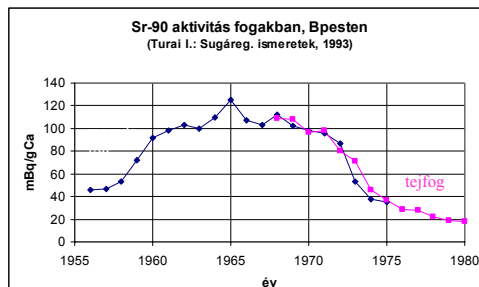
22

### A Cs-137 megjelenése a fővárosi lakosságban



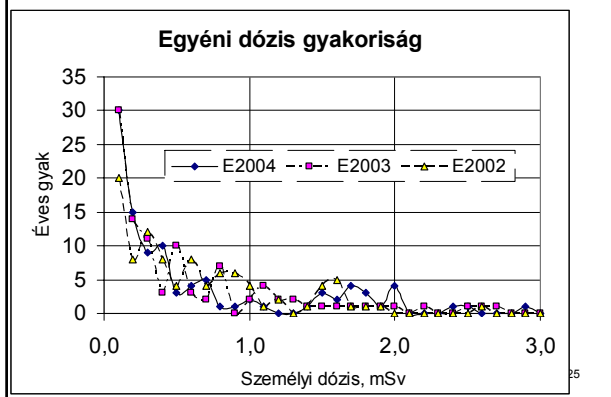
23

### $^{90}\text{Sr}$ radionuklid (tiszta $\beta$ -sugárzó)



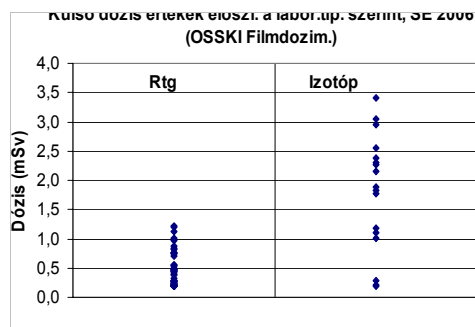
24

Külső rtg- és  $\gamma$ -sugárzásból eredő személyi dózisek a SE-en



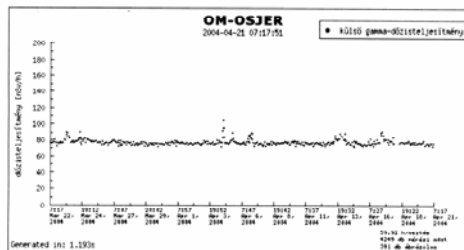
25

2006 évi személyi sugárterhelések, két csoportban, a SE-en



26

1. oldal, összesen: 1



7

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.

28