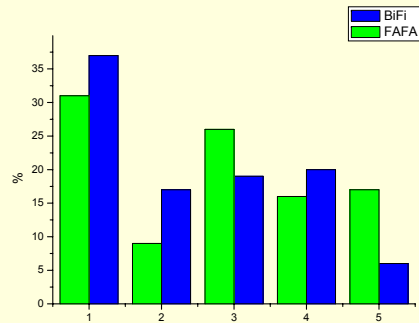
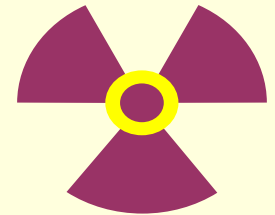


Kollokvium jegyeloszlás



****Ionizáló sugárzások dozimetriája****



A dozimetria feladata

Az egészségügyi kockázat becslése megelőzés céljából.

Az egészségkárosodás felmérése.

A terápiás folyamat tervezése.

*Megfelelő
mennyiségek
megfogalmazása*



Méréstechnika



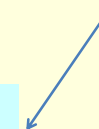
Kockázatbecslés

Dózisfogalmak

Fizikai dózisok:
elnyelt dózis,
besugárzási dózis



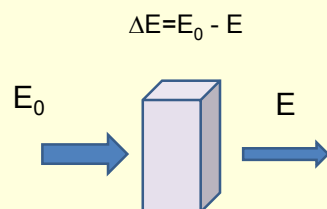
Biológiai dózisok:
egyenértékdózis,
effektív dózis



Származtatott dózisok:
kollektív dózisok,
dózisteljesítmény

Fizikai dózisok

1. Elnyelt dózis



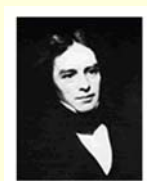
Egységnyi tömegben elnyelt energia

$$D = \frac{\Delta E}{\Delta m} [J / kg]$$

Érvényesség: minden abszorbeáló anyagra és mindenfajta sugárzásra.

Mértékegység: $[J / kg] \equiv Gy$

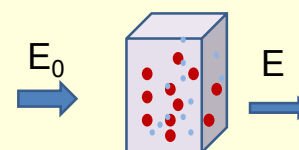
Mérés ????



Louis Harold Gray
(1905-1965).

Fizikai dózisok

2. Besugárzási dózis



Egységnyi tömegű levegőben keltett pozitív, vagy negatív töltések mennyisége.

$$X = \frac{\Delta Q}{\Delta m} [C / kg]$$

Érvényesség: levegőben, csak γ - és rtg.-sugárzásra, elektron-egyensúly* esetében.

Az elnyelt dózis és a besugárzási dózis kapcsolata

$$X = \frac{\Delta Q}{\Delta m} [C / kg]$$

$$D_{lev} = f_0 X$$

$\sim 34 J/C$

Levegőben az átlagos ionizációs energia
 $\sim 34 eV$.

$$D = \frac{\Delta E}{\Delta m} [J / kg]$$

Biológiai dózisok

Az elnyelt energia (abszorbeált dózis) nem jellemzi egyértelműen a biológiai következmények mértékét.

A biológiai hatás mértéke függ:

A sugárzás fajtájától.

Sugárzásra jellemző korrekciós faktor

A hatást elszenvedő biológiai objektum érzékenységtől, biológiai funkciójától

Elnyelő szövetre jellemző korrekciós faktor

Dózisegységérték (H)

Rolf Sievert
1896-1966



A sugárzások „hatékonysága” eltérő.

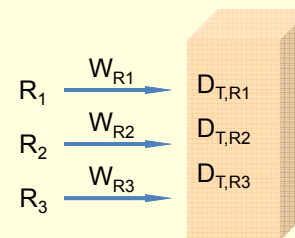
$$H_T = w_R D_T$$

Sugárzás hatékonyságára jellemző **sugárzási súlytényező** szövetben elnyelt dózis

H mértékegysége: **Sievert (Sv)**

sugárzás	w_R
foton	1
elektron	1
neutron	5-20
proton	5
α -sugárzás	20

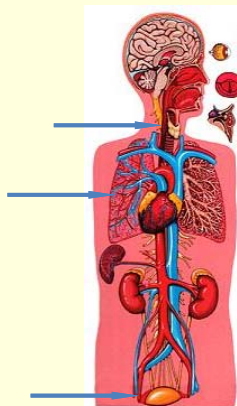
Többféle egyidejű sugárzás esetén az egyes sugárzások elnyelt dózisai súlyozottan adódnak össze.



$$H_T = \sum_R w_R D_{T,R}$$

Effektív dózis (E)

A szövetek eltérő érzékenységét megfelelő súlyozással vehetjük figyelembe.



$$E = \sum_T w_T H_T$$

E mértékegysége: **Sievert (Sv)**

$$E = \sum_T w_T H_T$$

szövet	w_T	szövet	w_T
gonádok	0,2	emlő	0,05
vörös csontvelő	0,12	máj	0,05
vastagbél	0,12	nyelőcső	0,05
tüdő	0,12	pajzsmirigy	0,05
gyomor	0,12	bőr	0,01
hugyhólyag	0,05	csontfelszín	0,01

$$\sum_T w_T = 1$$

Dózisteljesítmény

Egységnyi idő alatt elszenvedett dózis.

Mértékegysége változatos, a dózistól és az időtartamtól függ (pl. Gy/hónap, mSV/év stb.)

Kollektív dózisok

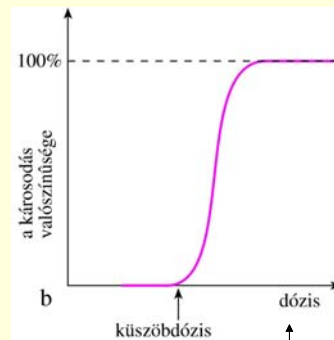
Az emberek egy meghatározott csoportjában, meghatározott időre vonatkozóan összegzett dózismennyiségek.

Sugárhatások típusai

Determinisztikus hatás

Stochasztikus hatás

Determinisztikus hatás



Küszöbdózis: alatta nem lép fel.
Gy

Determinisztikus hatás

Küszöbdózis fölött a károsodás mértéke arányos a dózissal.

Rövid idővel a hatás után megjelenik.

Diagnosztikai eljárások kapcsán nem várható.

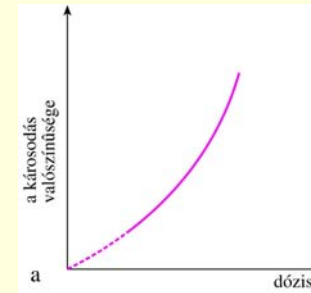
Pl. eritéma, hajhullás, katarakta

*1% halálozás 60 nappal az esemény után

Dózis (Gy)	Biológiai hatás
0,15-0,2	A kimutatható sugársérülés küszöbdózisa.
0,5	Hematológiai módszerekkel kimutathatóság határa.
0,8	Az akut sugárbetegség küszöbdózisa
2,0	Minimális halálos dózis (LD1/60)*
4,0	Félhalálos dózis (LD50/60)
7,0	Minimális abszolút letális dózis LD99/60.

Mellkasi röntgenfelvétel: kb. 160 μ Gy a bőrben

Stochasztikus hatás



Nincs küszöbdózis.

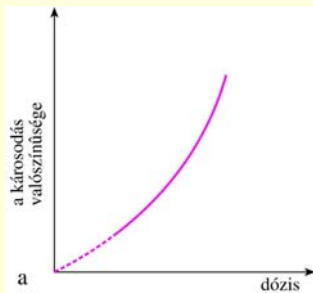
A károsodás bekövetkeztének **valószínűsége függ** a dózistól.

A károsodás bekövetkeztének **mértéke/súlyossága nem függ** a dózistól.

A károsodás megjelenése időben elhúzódó is lehet.

Pl.daganatok, magzati fejlődési rendellenességek

Stochasztikus hatás



Sv

Az *egyenérték* ill. *effektív* dózis alapján **becsülhetjük** a stochatikus sérülések **valószínűségét**.

Ezek tartománya a determinisztikus sérülések küszöbdózisai alatt van.

vizsgálat	becsült effektív dózis mSv
Mellkasi átvilágítás	0,04
Mellkasi CT	7,8
Koponya CT	1,8
Hasi átvilágítás	1,2
Hasi CT	7,6
Háti gerinc átvilágítás	1,0
Ágyéki gerinc átvilágítás	2,1
Vastagbél kontrasztanyag vizsgálata	8,7

Sugárterápia

Determinisztikus hatások **kiváltása**. (pl. Daganatsejtek elpusztítása.) Stochasztikus mellékhatások lehetnek.

Sugárvédelem

Determinisztikus hatások **kizárása**.
Stochasztikus mellékhatások valószínűségének csökkentése.

A becsült átlagos évi dózis természetes és mesterséges forrásokból 3.6 mSv.

környezeti



foglalkozási

katonai

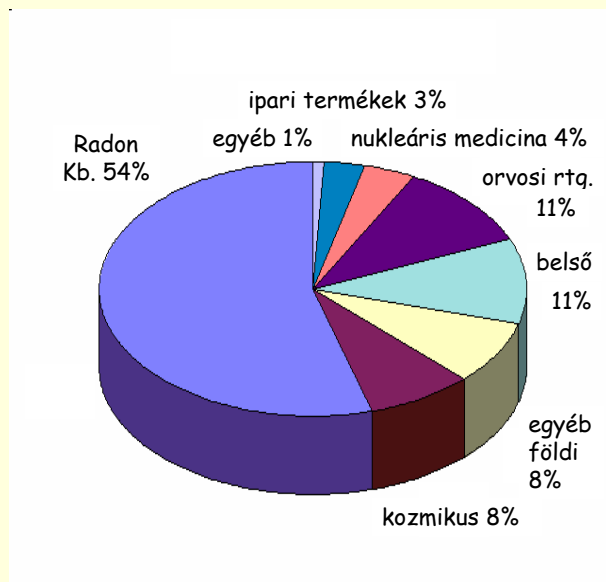


orvosi



nukleáris ipari

A terhelés megoszlása a források között



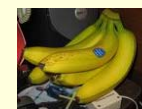
Környezeti források



radon: kb. 1,8 mSv/év



kozmosz sugárzás:
~ 0,4 mSv/év



kálium: néhány tized mSv

Kockázati tényezők összehasonlítása

a várható átlagos élettartam csökkenése napokban

házas társ nélküli élet (férfiaknak)	3500
dohányzás (1 csomag naponta)	2250
házas társ nélküli élet (nőknek)	1600
szénbányász munkakör	1100
25% túlsúly	777
alkoholizmus	365
építőmunklás munkakör	227
közlekedés motorkerékpárral	207
1 mSv/év effektív dózis 70 éven át	10
kávézás	6

Orvosi tevékenység

Minden alkalmazás sugárterheléssel jár!

*A várható előny és a kockázat
mérlegelése fontos!*

Foglalkozással összefüggő

A dózist olyan alacsonyra csökkenteni, hogy a kockázat mértéke „elfogadható” legyen.

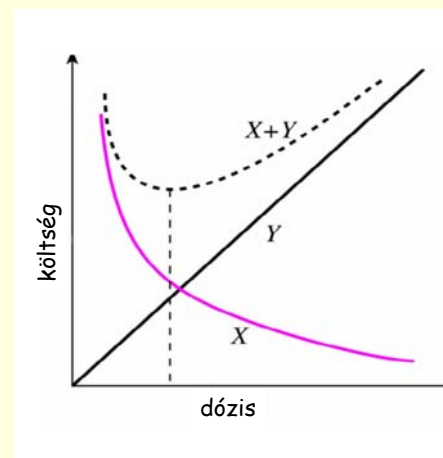


**Teljes sugárvédelem
nincs!**

Sugárvédelmi szabályok dóziskorlátokat írnak elő.

ALARA-elv

As Low As Reasonably Achievable



X : sugárvédelmi kiadások

**Y : sugárkárosodás kezelésének
költségei**

Optimum a minimum

Foglalkozással összefüggő



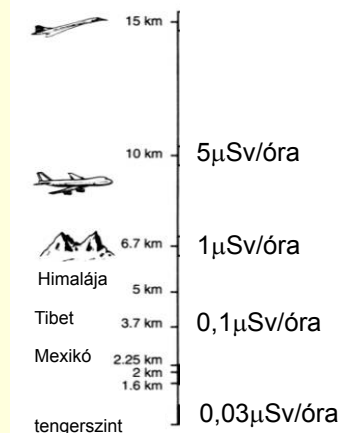
Sugárvédelmi dóziskorlátok

	Foglalkozási (mSv/év)	Lakossági (mSv/év)
Effektív dózis	20 *	1
Egyenérték- dózis (szemlencse)	150	15
Egyenérték- dózis (végtag/bőr)	500	50

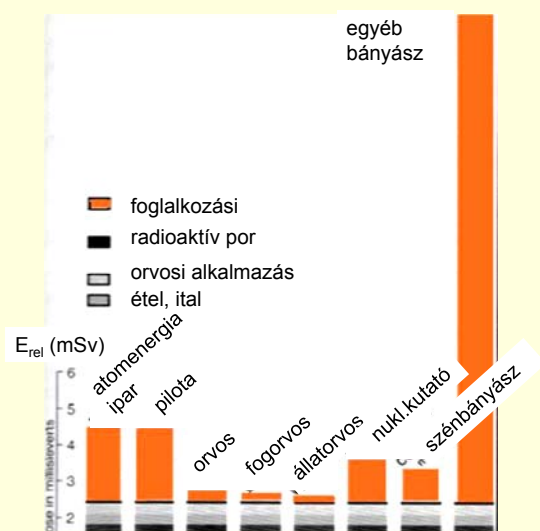
* 5 éves átlagban évi 20 mSv, feltéve, hogy egy évben sem haladja meg az 50 mSv-et.



A kozmikus sugárzásból származó
dózteljesítmény változása a
tengerszint feletti magassággal



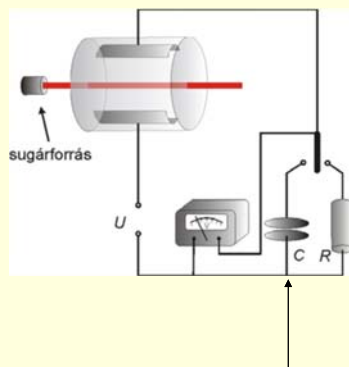
Különböző foglalkozásokkal járó relatív dózisterhelés



Dozismérés

fizikai jel változása ~ elnyelt dózis

Ionizációs kamra – besugárzási dózis mérése



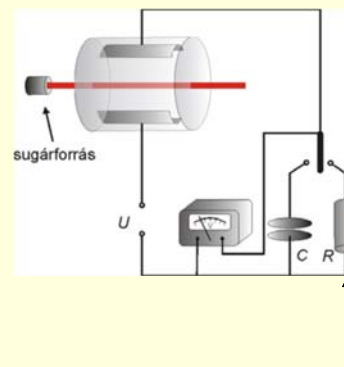
Dózismérés: a kondenzátoron felhalmozódik a keletkezett töltés.

A kondenzátor feszültsége a dózissal arányos.

$$U = \frac{Q}{C} \sim X$$

Mérés a kondenzátoron keresztül

Ionizációs kamra



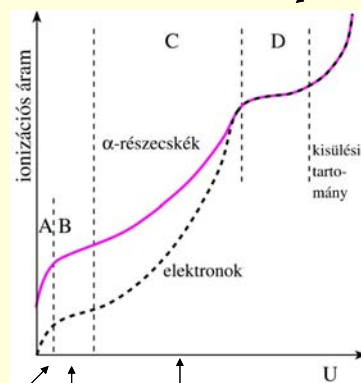
Dózisteljesítmény mérése: az időegység alatt keletkezett töltés mennyisége = áramerősség.

Az ellenálláson mért feszültség a dózisteljesítménnyel arányos.

$$U = \frac{QR}{t} \sim \frac{X}{t}$$

Mérés az ellenálláson keresztül

Ionizációs kamra



Geiger -
tartomány

A feszültség és az
ionizációk számának
kapcsolata

rekombinációs
tartomány

ionizációs
kamra
tartomány

proporcionális
tartomány

Ionizációs kamra – Geiger-Müller számláló

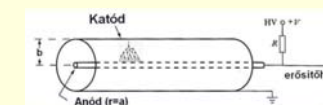
- Nemesgáz töltés
- Nagy gyorsító feszültség



Lavinaszerű ionizáció



áramimpulzus



Áramimpulzus száma ~ ionizáló részecske száma

Egyéni dózismérő eszközök

Filmdoziméter



A feketedés mértéke függ a sugárzás fajtájától, energiájától, az abszorbens vastagságától, anyagától..

A fotófilm megfeketedésén alapuló eszközök.

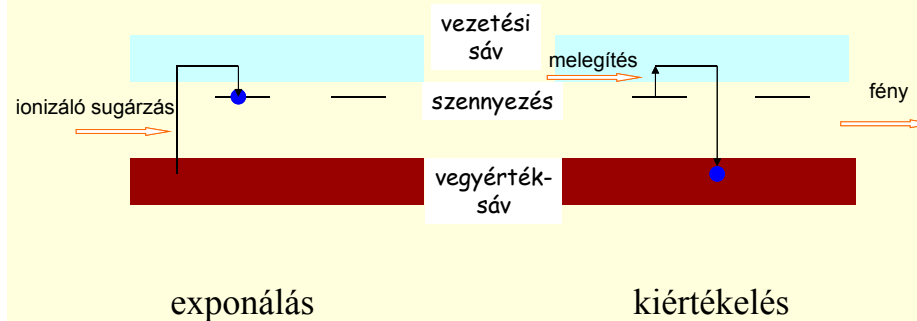
A feketedési rajzolat alapján értékelhető.

Egyéni dózismérő eszközök

Termolumineszcens dózismérő



Jellegzetes sávszerkezetű anyagok



Dózisszámolás

Csak a γ -sugárzással kapcsolatos dózist veszi figyelembe

$$D_{lev} = K_{\gamma} \frac{\Lambda t}{r^2}$$

Λ : a forrás aktivitása

t: az expozíció ideje

r: forrástól mért távolság

K_{γ} : dóziskonstans

izotópra jellemző arányossági tényező

Kapcsolódó fejezetek:

Damjanovich, Fidy, Szöllősi: Orvosi Biofizika

II. 4.

4.1

4.2

4.3

4.4

4.5

4.6

keretes: 184. 186.