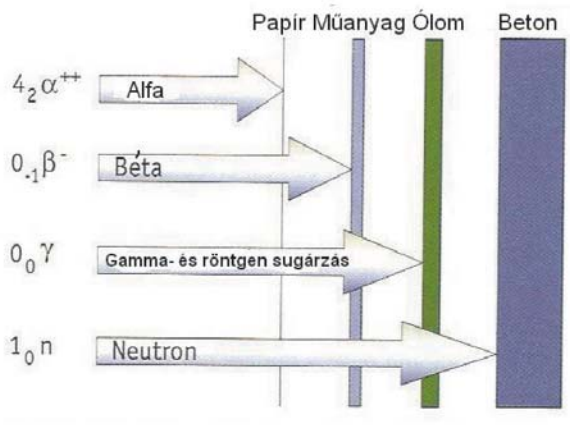
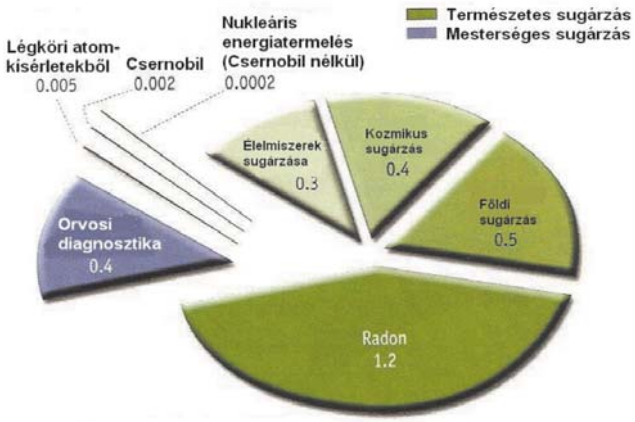
A sugárvédelem alapjai

A természetes eredetű ionizáló sugárzás mindenütt jelen van. Az ionizáló sugárzást az élet számos területén alkalmazzák, gyógyászati és ipari felhasználása igen sokrétű. Az atomenergia és a nukleáris technika alkalmazásakor elsődleges szempont a lakosság és a dolgozók biztonsága, egészségének megóvása és a környezet védelme. A sugárvédelem három alapelve: az alkalmazások indoklása, a védelem optimalizálása és a sugárterhelés korlátozása.

A sugárzás és az anyag kölcsönhatásának eredményeképpen létrejövő szabad gyökök képesek az emberi sejteket károsító kémiai változások előidézésére. A sugárzás áthatoló képessége függ a sugárzás fajtájától, energiájától, valamint a védelemre használt anyag rendszámától is, ezért a különféle sugárzások elleni védelem különféle fajtájú és vastagságú anyagokkal oldható meg.



Különféle sugárzások áthatoló képessége



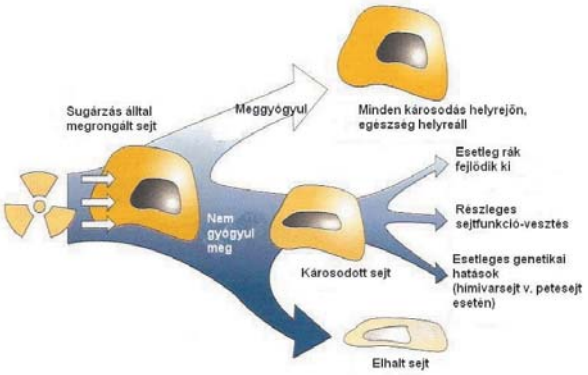
A lakosság sugárterhelésének forrásai (mSv/év)

Az **alfa-sugárzás** két **protont** és két **neutront** tartalmazó hélium ionokból áll, amelyek az anyagba behatolva gyorsan elvesztik energiájukat. Már az emberi bőr elhalt felszíni rétege vagy egy vékony papírlap is elnyeli, így az alfa-részecskék csak lenyelés vagy belélegzés esetén veszélyesek az emberi szervezetre. A **béta-sugárzás** negatív töltésű elektronokból, vagy pozitív töltésű pozitronokból áll. Mivel az elektronok és a pozitronok csak egyszeres töltésűek, ezért kevésbé erős kölcsönhatásba kerülnek az anyaggal, így mélyebben hatolnak át rajta. Megállításukra képes egy vékony műanyag vagy fémréteg. Főként lenyeléskor vagy belélegzésnél veszélyesek. A **neutron sugárzás** az atomok magjaiból kilökődő elektromosan semleges neutronokból áll, ezért csak gyenge kölcsönhatásba lépnek az anyaggal, s áthatolóképességük nagy. Legjobban vastag betonréteg vagy hidrogénben gazdag anyagok (víz vagy paraffin) alkalmasak az árnyékolásukra. A **gamma- és a röntgen-sugárzás** a fényhez hasonló elektromágneses sugárzás. Mivel alig lépnek kölcsönhatásba az anyaggal, leghatásosabban vastag ólom- vagy más nagysűrűségű anyagréteggel árnyékolhatók. Áthatolóképességük igen nagy, ionizáló képességük azonban kicsi. A neutronok és a gammasugárzás akkor is veszélyesek az emberre, ha a sugárforrás a testen kívül van.

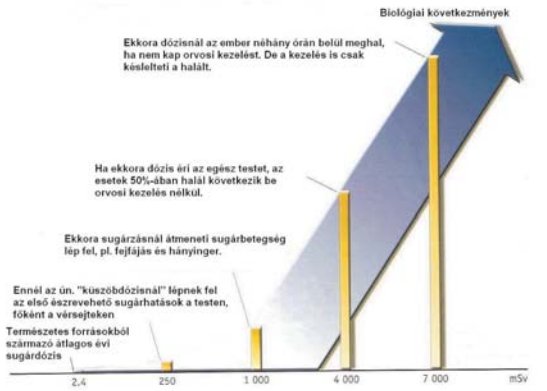
A sugárforrások természetes és mesterséges eredetűek lehetnek. A **természetes sugárzás** „kozmikus" vagy „földi" eredetű lehet. A **kozmikus sugárzás** a világűrből származik, részben galaktikus eredetű, részben a Nap bocsátja ki. A **földi eredetű sugárzás** bolygónk alkotó elemei között található radioaktív anyagokból származik. Táplálékunk is sugárzik, mivel a növényekbe és az állatokba radioaktív anyagok jutnak a környezetből. A nukleáris technika fejlődése során különféle új sugárforrások jöttek létre, ezekből származik a **mesterséges sugárzás**. A nukleárisfegyver-kísérletek miatt az 1960-as években jelentősen nőtt a légkör radioaktív anyag tartalma. A nukleáris energiatermelés során az 1950-es évek óta igen kis mennyiségben a légkörbe és a vizekbe is kerültek radioaktív anyagok Az orvosi diagnosztikában és a terápiában használt besugárzó berendezések és radioaktív izotópok is növelik a lakosság sugárterhelését.

Az ENSZ atomsugárzás hatásait vizsgáló tudományos bizottsága **(UNSCEAR)** 1955 óta gyűjti az információkat a különböző forrásokból származó átlagos sugárterhelésről. Az emberi szöveteken áthaladó sugárzás

energiájától függően lép kölcsönhatásba a szövettel. Az egységnyi tömegben elnyelt energia a dózis. A sugárzás biológiai hatását a szövettípusokhoz és az egyes sugárzástípusokhoz rendelt súlyozó tényezőkkel veszik figyelembe. Az így létrejövő mennyiség az effektív dózis, mértékegysége a **sievert** (Sv), illetve ezredrésze a milli-sievert (mSv). Három fő következménye lehet, ha a test valamely sejtjét sugárzás károsítja: (i) a sejt sikeresen helyreállítja önmagát; (ii) nem képes helyreállítani önmagát és elhal; (iii) nem képes helyreállítani önmagát, de nem hal el. A hosszú távú hatások kockázata a harmadik esetben rejlik; a sejt ekkor rákossá válhat.



Sugárzás hatása az emberi sejtekre



Nagy dózisú sugárzás determinisztikus hatásai

Az ionizáló sugárzás hatása lehet azonnali **(determinisztikus)**; illetve késői **(sztochasztikus)** hatás. Mintegy 250 mSv felett a többlet sugárterhelés nagyságától függően különböző típusú rövid időn belül fellépő hatások jelennek meg, a hatások súlyossága a dózis nagyságával növekszik. A késői, sztochasztikus hatások fontos típusai a különféle rákbetegségek, köztük a leukémia. A nagyobb dózisú besugárzások révén nyert információk alapján lehetővé vált egy dózis–hatás görbe felrajzolása. Ez a diagram összefüggésbe hozza a rákos esetek valószínűségét az egyéni sugárterhelés nagyságával. Nem ismerjük pontosan, hogy kis dózisok hasonlóan szignifikáns hatásokat eredményeznek-e. A 100 mSv alatti dózisok ártalmasságát a vizsgálatok mindmáig nem bizonyították. **Óvatosság**ból azonban feltételezik, hogy az embert érő bármilyen csekély besugárzás kockázatot hordoz, s a kockázat mértéke a dózissal arányos. Ez a két feltevés együttesen a **lineáris küszöbmentes hipotézis** (LNT), amely a sugárvédelem jelenlegi szabályozásának alapja.

1928-ban hozták létre a Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottságot (ICRP). A világszerte alkalmazott sugárvédelmi rendszer jelenleg három alapelven nyugszik: (i) a sugárterhelést okozó gyakorlatok **igazolása**; (ii) a védelem **optimalizálása**; (iii) az egyének sugárterhelésének **korlátozása.** Erre épülnek a nemzeti szabályozórendszerek. Az ICRP ajánlásokat tesz közzé, amelyek nemzetközi szabványokban öltenek testet, ilyenek például az NAÜ **Alapvető Biztonsági Szabványai** (BSS). Az **igazolás** alapelve az, hogy csak olyan sugaras tevékenység engedélyezhető, ami több haszonnal jár, mint amennyi kárt okoz. A védelem **optimalizálás**ának alapelve megkívánja, hogy minden sugárterhelést az ésszerűen elérhető legalacsonyabb szinten **(ALARA)** tartsanak. A **korlátozás** lényege, hogy az egyes embereket nem szabad meghatározott dóziskorlátok feletti sugárterhelésnek kitenni.

Irodalom: **Nuclear Energy Today** (OECD/NEA, 2003) www.nea.fr