

### Sugárzások forrásai

Az emberiséget érő sugárzásokat különböző szempontok szerint csoportosíthatjuk. Elterjedt a sugárzás forrása és a sugárhatást elszennedő egyén relatív elhelyezkedése, illetve a sugárzások eredete szerinti besorolás.

**Elhelyezkedés szerint:** külső és belső sugárforrások  
**Eredet szerint:** természetes és mesterséges sugárforrások

Amennyiben a sugárforrás a szervezetünkön kívül helyezkedik el **külső sugárforrásról** beszélünk. Ez ellen sok esetben könnyű védekezni, hiszen ha távolabb megyünk, vagy kevesebb időt töltünk el a közelében, esetleg különböző árnyékoló anyagokat használunk, jelentősen csökkenthetjük a sugárterhelést. Persze ha az egész környezetünk szennyezett a sugárzó anyaggal, már közel sem ilyen egyszerű a megoldás. Ez az eset állhat fent egy nukleáris baleset követően a szabadban, vagy nem megfelelő építőanyag (pl. magas <sup>226</sup>Ra koncentrációjú salak) használata esetén a lakásban, stb. Ezek káros hatásának minimalizálása céljából vezették be a dózisteljesítményre, illetve a külső forrásokból származó dózisra vonatkozó korlátokat.

Amennyiben egy radionuklid táplálkozás vagy légzés (esetleg sérülés) során bejut a szervezetbe, és ott hosszabb-rövidebb ideig megkötődik, **belső sugárforrásról** beszélünk. Itt az egyetlen hatásos védekezés a megelőzés. Természetesen az is segítség, ha valamilyen módon meg tudjuk gyorsítani a szervezetbe került radionuklid kiürülését, de ez a lehetőség bonyolult és jelentősen függ az adott szennyező izotóp kémiai tulajdonságaitól. Különösen veszélyesek azok a radionuklidok, melyeknek felezési ideje hosszú és jól kötődnek, beépülnek a különböző szövetekben, szövetekben. Ilyen például a <sup>226</sup>Ra (rádium), <sup>90</sup>Sr (stroncium), melyek a csontszövetbe épülnek be és a csontdaganatos, illetve – a véréképző szervek közvetlen károsítása révén – a leukémiás megbetegedések előfordulási valószínűségét növelik meg. Van olyan radionuklid is, pl. a <sup>3</sup>H (trícium), amely a szervezet nagy vízforgalma miatt gyorsan kiürül, így viszonylagos egészségkárosító hatása jóval kisebb.

A levegővel vagy vízzel a környezetbe került radionuklidok okozta sugárterhelés lehetséges útvonalai az 1. ábrán láthatók [1, 2].

### Természetes eredetű sugárforrások

**Kozmikus sugárzás és a kozmogen radionuklidok** - Az űrből a Föld légkörébe érkező nagy energiájú részecske sugárzások az elsődleges kozmikus sugárzások. Egy részét a Föld mágneses tere eltéríti, melynek mértéke a földrajzi szélességtől illetve a naptevékenység keltette mágneses terek változásától függ. Eredetük szerint megkülönböztethető galaktikus és szoláris kozmikus sugárzás. A kozmikus sugárzás értéke magasság és földrajzi szélesség függő. A magasabban fekvő helyeken a 1,5-2 mSv/év értéket is elérheti [1, 3, 4].

**Földkérgi (terresztrális) eredetű radionuklidok** - A kozmogen radionuklidokon kívül ma már csak azok a radioizotópok (valamint bomlástermékek) találhatók meg a Földön, (a mesterségesen előállítottakat nem számítva) melyeknek felezési ideje összemérhető a Föld korával. A dózisterhelés szempontjából az alapvető primordialis radionuklidok a <sup>40</sup>K, <sup>232</sup>Th és <sup>238</sup>U. A léggzéssel és élelem-fogyasztással a szervezetbe kerülő földkérgi radionuklidok okozta belső effektív dózis 0,29 mSv, amelyből 0,19 mSv a <sup>40</sup>K-tól, 0,1 mSv a <sup>238</sup>U és <sup>232</sup>Th radionuklidtól származik [2, 3].

**Radon** - Mivel a természetes sugárterhelés több mint a fele (1,26 mSv/év) a <sup>222</sup>Rn-től származik, ez az izotóp külön figyelmet érdemel. Szabadban gyorsan felhígul, de zárt terekben (lakások, munkahelyek) feldúsulhat. Lakásokban mérhető évi átlagos radon-koncentráció világátlaga 40 Bq/m<sup>3</sup>, szabadban 5-10 Bq/m<sup>3</sup> [2].

### Mesterséges eredetű sugárforrások

Az ember okozta ionizáló sugárforrásoktól származó hatások a röntgen sugárzás felfedezésétől, azaz 1895-től érik az emberiséget. Közép európai területen élő felnőtt természetes és mesterséges forrásból várható éves effektív dózis átlagértékei az 1. táblázatban látható.

Források:

- Radioaktív hulladékok
- Nukleárisfegyver kísérletek
- Radioizotópok előállítás, felhasználása
- Orvosi alkalmazások
- Sugár és nukleáris balesetek
- Működő atomerőművek – beleértve az egész nukleáris fűtőanyag ciklust

Komponens	Évi effektív dózis [mSv]
<b>Természetes forrás</b>	<b>2,4</b>
Kozmikus sugárzás	0,38
Kozmogen radionuklidok	0,01
Terresztrális sugárzás, külső	0,46
Terresztrális sugárzás, belső	0,23
Radon	1,3
<b>Mesterséges</b>	<b>Kb. 1,55</b>
Atomenergia	<0,01
Orvosi alkalmazás	kb. 1,5
Kutatás, oktatás	<0,01
Nukleárisfegyver kísérletek	<0,01
Nukleáris baleset (Csernobil)	<0,02
<b>Szomma</b>	<b>Kb. 4,0</b>

1. táblázat. Közép európai területen élő felnőtt várható éves effektív dózis átlagértékei a különböző forrásokból

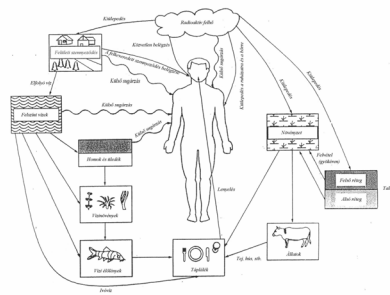
### Dózisfogalmak

A sugárzás energiát hordoz. Ennek egy része az egyes anyagokkal, közegekkel kölcsönhatásba lépve elnyelődik és az energiáját átadja. Így pl. a nap sugárzása a talajban elnyelődik, miközben az felmelegszik, vagy a mikrohullámú sütőben az ételben elnyelődött mikrohullám energiája felmelegíti azt.

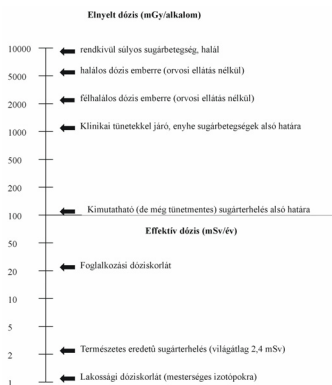
Ha egy anyagot radioaktív sugárzás ér, az energiájának egy része elnyelődik az anyagban. A tapasztalatok alapján az elnyelt energiával arányos a végbemenő változás.

A várható károsodások becslésére, előrejelzésére az elnyelt energiaadag (dózissal) arányos mennyiségeket használunk. Így a sugárzásnak kitett anyag egységnyi tömegében elnyelt energiát **elnyelt dózissnak** nevezzük. A sugárzás típusát, energiáját is figyelembe vevő dóziszfogalom az **egyenérték dózis**. A különböző szövetek, szövetek dózisa (egyenérték dózisos) azonban nem egyforma mértékben járulnak hozzá az emberi szervezet egészének károsodásához. Vannak érzékenyebb és kevésbé érzékeny szövetek. Ezt egy súlytényezővel vesszük figyelembe, ami kifejezi, hogy az egyes szövetek milyen arányban járulnak hozzá az egész szervezet károsodásához előre jelző effektív dózishoz (jele E). A mértékegység itt is a joule-kg-1 de ezt sievertnek (jele Sv) nevezik.

A lakosság mesterséges forrásból származó sugárterhelésének korlátja 1 mSv/év, ez 10 millió ember esetében 730 megbetegedést – 500 halálos és 100 gyógyítható, azaz nem halálos kimenetelű rákot és 130 genetikai károsodást valószínűsít. Néhány jellegzetes dózis érték és korlát a 2. ábrán látható. Hogy még szemléletesebb legyen a sugárterhelés értékeinek jelentése, a 2. táblázatban a közlekedés és a sugárzás összehasonlítása látható. Lakossági dóziskorlát Paksi Atomerőmű környezetében 0,1 mSv/év (átlag 0,1 μSv/év, 2003 évi üzemzavar 0,32 μSv/év). Ekkor a várható egészség károsodás évente: 0,73 fő, ebből 0,6 fő kapna rákos megbetegedést, Ugyanakkor a 2001-es évben a Nemzeti Rákregiszter adatai alapján hazánkban 51136 új daganatos beteget regisztráltak. Különböző dóziserőterek összehasonlítása a 3. ábrán látható.



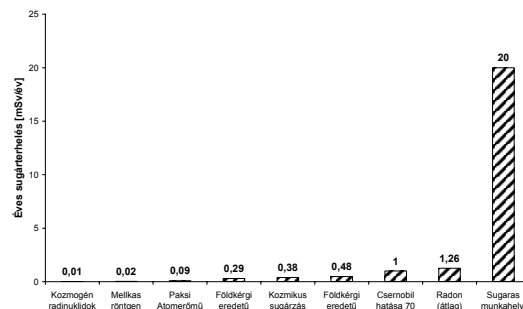
1. ábra. A levegővel vagy vízzel a környezetbe került radionuklidok okozta sugárterhelés lehetséges útvonalai



2. ábra. Néhány jellegzetes dóziserőterek és dóziskorlát

Közlekedés	Elhalálozás valószínűsége · 10 <sup>7</sup>
<b>vonat (1000 km)</b>	<b>4</b>
<b>repülő (1000 km)</b>	<b>5</b>
<b>autó (1000 km)</b>	<b>150</b>
<b>motorkerékpár (1000 km)</b>	<b>5000</b>
<b>kerékpár (100 km)</b>	<b>85</b>
<b>Természetes eredetű háttérugárzás (2,4 mSv/év)</b>	<b>1200</b>
<b>Mesterséges eredetű sugárzás lakossági korlátja (1 mSv/év)</b>	<b>500</b>
<b>Paksi Atomerőmű hatósági korlátja (90 μSv/év)</b>	<b>45</b>
<b>tényleges átlag (0,1 μSv/év)</b>	<b>0,05</b>
<b>2003-ban üzemzavarral együtt (0,3 μSv/év)</b>	<b>0,15</b>

2. táblázat. A közlekedés és a sugárzások kockázatának összehasonlítása



3. ábra. Különböző dózisos összehasonlítása