

Nekaj pomembnih osnov o sevanju in radioaktivnosti **Učbenik in razlaga kviza za Rgames**

Heinz Oberhummer
Behacker & Partner, AT
e-pošta: ohu@behacker.at

Tomaz Amon
Center za znanstveno vizualizacijo
e-pošta: tomaz.amon@bioanim.com



Interactive 3D-Games to learn more about Radiation

VSEBINA

IGRA 1: SEVANJE SONCA

- 1. Sevanje in elektromagnetni valovi**
- 2. Sončne opekline in sončna slepota**

IGRA 2: MIKROVALOVI IN RADIJSKI VALOVI

- 1 . O stopnjah nevarnosti sevanja**
- 2 . Mikrovalovne pečice, radar, radio, TV, mobilni telefoni in WLAN**
- 3 . O nevarnostih radijskih valov in mikrovalov.**

IGRA 3: IONIZIRAJOČE SEVANJE IN RADIOAKTIVNOST

- 1. Atomi, jedra, radioaktivnost in ionizirajoče sevanje**
- 2. Različne vrste radioaktivnosti**
- 3. Sevanje najdemo povsod**
- 4. Rentgenski žarki in radioaktivno sevanje v medicini**
- 5. Druge uporabe radioaktivnosti**

IGRA 4: UČINKI IONIZIRAJOČEGA SEVANJA

- 1 . Biološki učinki ionizirajočega sevanja**
- 2 . Zaščita pred sevanjem**
- 3 . Učinki naravnega in umetno povzročenega ionizirajočega sevanja**

IGRA 1: SEVANJE SONCA

1. Sevanje in elektromagnetni valovi – Tekst:

➤ **Kaj je sevanje?**

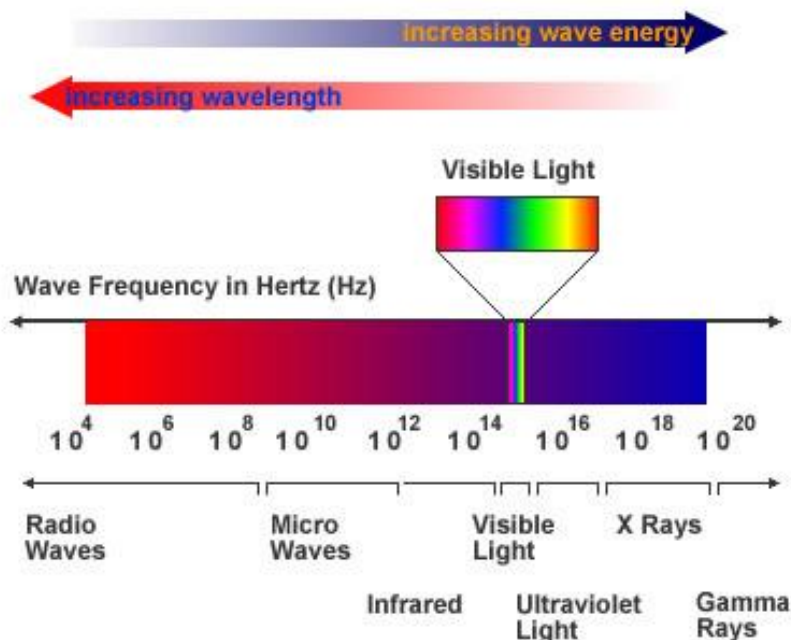
Sevanje sestoji iz valovanja ali delcev ki potujejo skozi prostor. Najbolj znano sevanje je **svetloba**, ki prihaja od Sonca svetilke ali ognja. Svetlobo lahko vidimo z našimi očmi.

➤ **Kakšne vrste sevanja poznamo?**

Vidno svetlobo sestavlja elektromagnetno valovanje določenih valovnih dolžin. Poleg svetlobe obstoja še **veliko drugih vrst elektromagnetnega valovanja**, ki jih ne moremo neposredno videti s svojimi očmi. Na osnovi njihovih valovnih dolžin jih lahko razvrstimo na kratkovalovne in dolgovalovne oziroma z visoko energijo (kratkovalovni) ali nizko energijo (dolgovalovni): Gama žarki imajo najkrajšo valovno dolžino in največjo energijo, sledijo rentgenski (X) žarki, ultravijolična svetloba, vidna svetloba, infrardeča svetloba, mikrovalovi in radijski valovi. Radijski valovi imajo najdaljšo valovno dolžino in najmanjšo energijo. Zato so gama žarki najnevarnejši, radijski valovi pa najmanj nevarni.

➤ **O elektromagnetnem spektru**

Različne vrste elektromagnetnega valovanja razvrščene po njihovi valovni dolžini sestavljajo elektromagnetni spekter. (glej sl. 1).



Sl.1. Elektromagnetni spekter

Sončne opekline in sončna slepota – Tekst

➤ Kaj so sončni žarki?

Sončni žarki so sestavljeni iz vidne svetlobe, pa tudi nam nevidnega elektromagnetnega valovanja. Poleg vidne svetlobe (45%) sonce oddaja tudi infrardečo svetlobo (50%) in ultravijolično (5%). Infrardeča in ultravijolična svetloba je nevidna za naše oči. Sončne žarke atmosfera deloma filtrira. Zato je sonce močnejše v visokih nadmorskih višinah.

➤ Učinek sončne svetlobe na našo kožo

Infrardeči žarki so del sončnega spectra in jih čutimo kot toploto na koži. Infrardeča svetloba je skoraj nenevarna. Drugi del sončnih žarkov – ultravijolična svetloba (UV) je tudi nevidna, toda precej bolj nevarna. Od žarkov dobimo sončne opekline in v najslabšem primeru tudi kožnega raka. Ker UV žarkov ne čutimo, so zato še bolj nevarni.

Pred UV se ščitimo z zaščitno obleko in kremo za sončenje. Visoko v gorah je to še bolj pomembno, ker je tam sonce še bolj močno.

➤ Ali so sončni žarki škodljivi za naše oči?

Intenzivna vidna svetloba navadno ne more škodovati našim očem, ker oči lahko pripremo in mežikamo. Toda ko sonce postane še močnejše, npr. na ledeniku, nam lahko poškoduje oči (sončna slepota). Nikoli ne smemo zreti v sonce dalj časa. Od tega lahko začasno oslepimo!

Najbolj nevarna našim očem je UV svetloba. Zato moramo vedno nositi primerna sončna očala, kadar npr. Smučamo v gorah. Če si oči ne zaščitimo, lahko dobimo sončno slepoto.

➤ Ali lahko poleg sonca nevarni tudi drugi izvori svetlobe in toplote?

Laserji so zelo močni viri sevanja vidna ali tudi nevidne svetlobe. Pulzirajoči laserji so našim očem še posebej nevarni, ker je pulz laserja prehiter, da bi se mu lahko ubranili pravočasno, ko zapremo veke.

IGRA 2: MIKROVALOVI IN RADIJSKI VALOVI

O stopnjah nevarnosti sevanja - Tekst

➤ **Kakšna je razlika med ionizirajočim in neionizirajočim sevanjem?**

Ionizirajoče sevanje kot npr. Gama in rentgenski žarki imajo mnogo višjo energijo valovanja kot neionizirajoče sevanje kamor spadajo ultravijolična, vidna, infrardeča svetloba ter seveda mikrovalovi in radijski valovi. Ionizirajoče sevanje ima dovolj energija, da lahko ionizira atome. To pomeni, da sevanje s svojo energijo lahko “izbije” elektrone iz atomov in jih spremeni v električno nabite ione. Tako lahko takšno sevanje spremeni strukturo molekul in trajno poškoduje naše celice. Neionizirajoče sevanje ne more tvoriti ionov in zato je mnogo manj škodljivo (ali sploh neškodljivo) živim celicam.

➤ **Kakšni so učinki neionizirajočega sevanja na živa bitja?**

Večji del neionizirajočega sevanja je človeškemu telesu nenevarno ali je celo koristno za naše telo. Na primer brez sončne svetlobe življenje na Zemlji ne bi bilo mogoče. Toda tudi preveč take svetlobe je lahko škodljivo, kar izkusimo na lastni koži s sončnimi opeklinami. Ali pa opekline, ki jih dobimo, če se preveč približamo ognju in nas opeče njegov vroč soj infrardeče svetlobe. Tudi izpostavljenost kratkovalovnemu sevanju (mikrovalovi) je lahko smrtno nevarna. Pomislite samo na meso, ki ga skuhate v mikrovalovni pečici. Legenda pravi, da so na to idejo prišli, ko je tik nad oddajnikom kratkovalovne radio postaje letela jata rac in so le-te kuhane padale izpod neba.

➤ **Kakšni so učinki ionizirajočega sevanja na živa bitja?**

Ko so žive celice izpostavljene ionizirajočemu sevanju le-to spremeni nekatere od njihovih atomov in molekul in jih zato trajno poškoduje. Vpliv sevanja na naš organizem zavisi od tega, kateri organ je prizadet in s kakšno vrsto sevanja imamo opravka. Nastane lahko radiacijska bolezen, ki lahko vodi v smrt. “Lažja” oblika izpostavljenosti sevanju pa je rak ali dedne bolezni, posledica sprememb genetskega materiala zaradi učinka ionizirajočega sevanja.

4 . Mikrovalovne pečice, radar, radio, TV, mobilni telefoni in WLAN – Tekst

➤ **Uporaba mikrovalovnega sevanja v vsakodnevnom življenju.**

Mikrovalovi so zelo uporabni. Pomislimo samo na mikrovalovne pečice, medicine, radar, komunikacije. Z mikrovalovi lahko grejemo vodo in zato kuhamo take stvari ki, vsebujejo vodo. Majhen kuharski recept: Vzemite nekaj žličk belega kristalnega sladkorja in ga v posodici “segrevajte” v mikrovalovni pečici. Nič se ne zgodi. Sladkor ostane hladen. Sedaj dodajte samo nekaj kaplic vode in ponovite poskus. Nekaj kristalčkov sladkorja se raztopi v vodo, ta raztopina se hitro segreje, voda hitro prodre še naprej, sladkor se začne pretvarjati v karamel in kmalu dobite odličen rjav caramel. V medicini se mikrovalovi uporabljajo za zdravljenje tkiva.

Druga uporaba mikrovalov so radarski sistemi. Mikrovalovi se odbijajo od predmetov in potem opazujemo ta odmev na radarskem zaslonu.

Komunikacijski sateliti tudi uporabljajo mikrovalove zato, ker lahko nosijo več informacije kot kratki, srednji ali dolgi radijski valovi.

➤ **Viri in uporaba radijskih valov**

Radijski valovi so zelo uporabni za množico namenov. Radio in TV, mobilni telefoni, povezava med računalniki. Radijski valovi prenašajo radijske in TV oddaje od oddajnikov do naših sprejemnikov. Podobno tudi pri omrežjih mobilne telefonije – od oddajnikov, ki sp posejani pa terenu, gredo signali do telefonov in nazaj.



Postaja za mobilno telefonijo

Brezžične povezave kot npr. WLAN uporabljajo mikrovalove ali radijske valove pri prenosu podatkov.

O nevarnostih radijskih valov in mikrovalov – Tekst

➤ **Ali so mikrovalovi in radijski valovi neškodljivi?**

Skrb zaradi možne škodljivosti sevanja mobilnih telefonov je posebno aktualna danes, ko skoraj vsak poseduje svoj GSM. Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) pravi, da ta sevanja niso škodljiva za nas.

Po drugi strani obstoja nekaj poročil o mikrovalovih, ki so vzrok za nekatere tumorje, smrt celic, povečano propustnost za hematoencefalno bariero ter poškodbe DNA.

➤ **Kaj močnejše seva – mobilni telefoni ali bazne postaje zanje?**

Izpostavljenost ljudi radijskim valovom ali mikrovalovom od njihovih mobilnih telefonov je v povprečju 1000x višja kot tista od baznih postaj. To je zato, ker so mobilni telefoni mnogo bližje našemu telesu. Zato je tudi za nas mnogo nevarnejši naš telefon kot pa npr. sosedov v bližini.

➤ **V čem so mobilni telefoni lahko nevarni?**

Raziskave so se večinoma ukvarjale s potencialno povezavo med sevanjem mobilnih telefonov in rakom. Izsledki so pokazali da so mobilni telefoni kot smo jih navajeni sedaj nenevarni.

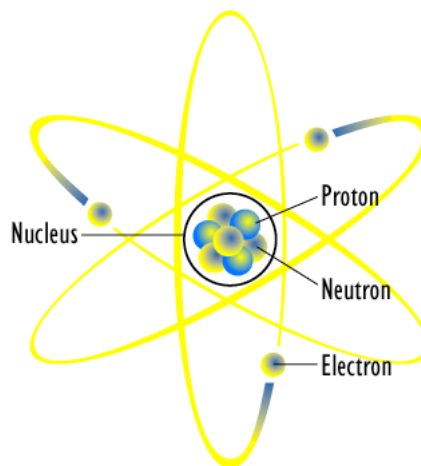
Kadar imamo mobitel v bližini kakšne elektronske medicinske naprave (pacemaker-ritmovnik, vsajen defibrilator, nekateri slušni pripomočki) je možno da telefon ovira njihovo delovanje. To se lahko zgodi tudi pri prenosnih računalnikih ali elektroniki v letalih. Zato med letalskim poletom ne smemo telefonirati.

IGRA 3: IONIZIRAJOČE SEVANJE IN RADIOAKTIVNOST

1. Atomi, jedra, radioaktivnost in ionizirajoče sevanje – Tekst:

➤ Kaj so atomi in atomska jedra?

Beseda “atom” izhaja iz starogrške beside **“atom”** in pomeni “nedeljiv”. Stari Grki so menili, da so atomi najmanjši delci, ki obstajajo. Prejšnje stoletje so raziskovalci odkrili, da so atomi sestavljeni še iz manjših sestavnih delcev, ki so jih imenovali elektroni, protoni in nevtroni. Protoni in nevtroni sestavljajo atomsko jedro, ki se nahaja v središču atoma, medtem ko elektroni krožijo okoli tega jedra. Jedro je okoli deset tisočkrat manjše od celega atoma. Vse okrog nas je iz atomov. Vsak element je sestavljen iz njemu lastne vrste atomov.



Atom je sestavljen iz atomskega jedra s protoni in nevtroni v središču ter elektroni, ki krožijo okrog.

➤ Kaj je radioaktivnost in ionizirajoče sevanje?

Radioaktivnost nastane kadar skoraj nepredstavljivo majhni atomi oddajajo sevanje, ki je sestavljeno iz še manjših delcev. Ti delci izhajajo iz jedra atoma. Zato radioaktivnost tudi imenujemo jedrsko sevanje, ker ga oddaja atomsko jedro. Tako sevanje zadene in lahko spremeni atome drugih elementov oziroma njihovih spojin. Nevarno je, ker izvrže iz atomov elektron(e) in tako spremeni nevtralne atome v ione, ki zelo hitro reagirajo in tvorijo nove spojine, kar lahko trajno poškoduje naše celice.

Različne vrste radioaktivnosti – Tekst:

➤ **Različni tipi radioaktivnosti?**

So tri različne vrste radioaktivnosti, pri katerih majhni delci izhajajo iz atomskih jeder. Poimenujemo jih po grških črkah:

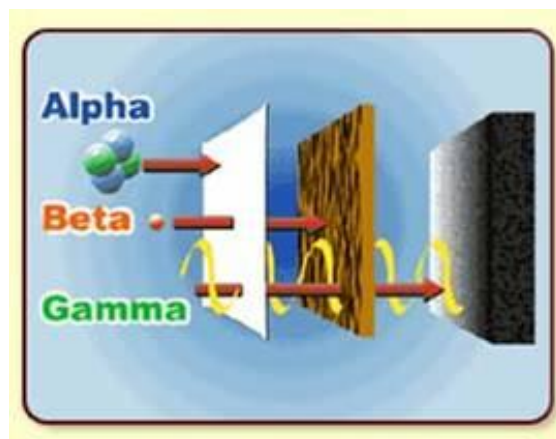


sevanje

Alfa sevanje sestoji iz partiklov z dvema nevtronoma in dvema protonoma. Beta sevanje je iz elektronov. Gama sevanje sestavljajo visokoenergetski elektromagnetni valovi.

➤ **Ali lahko alfa, beta ali gama žarki prodrejo skozi snov?**

Alfa žarki lahko preodrejo samo nekaj centimetrov skozi zrak in jih zaustavi že list papirja ter zato ne morejo prodreti skozi kožo. Beta žarki so bolj prodorni, zaustavi jih kos lesa. Gama žarki so najbolj prodorni, prodrejo skozi 10m vode, včasih tudi dlje in prodrejo tudi skozi debele kovinske plošče. Njihova prodornost zavisi od njihove energije.



Prodiranje alfa, beta or gama žarkov skozi snov

2. Sevanje najdemo povsod – Tekst:

➤ Kje lahko srečamo radioaktivno sevanje?

Radioaktivno sevanje prihaja iz skal, iz zraka, ki ga dihamo, iz hrane, ki jo jemo, iz vode, ki jo pijemo, iz morja v katerem plavamo in celo iz naših teles. Ta radioaktivnost je naravnega izvora. Radioaktivnost je preprosto del zgodovine Zemlje in tako tudi nas.

➤ Koliko radioaktivnosti je na tleh?

V povprečju vsebujejo skale 0,003 grama **urana** na kilogram skale. Granit ga vsebuje tudi veliko več. To nam daje misliti koliko urana najdemo okoli sebe. Drugi radioaktiven element, torij je trikrat pogostejši od urana. Uran, torij in radioaktiven plin radon so razlogi, ki povzročajo radioaktivnost tal.

➤ Ali je morje radioaktivno?

Ko reke tečejo po skalah in zemlji, nosijo s sabo različne raztopljene snovi. Če voda izhlapi le-te preidejo v trdno stanje. Zato ni presenetljivo, da je tudi morje radioaktivno. Njegova radioaktivnost pa ne izvira od urana temveč od radioaktivnega kalija. Ta oblika radioaktivnega kalija povzroča tudi radioaktivnost naših teles.

➤ Ali prejemamo radioaktivno sevanje iz vesolja ter od Sonca?

Zemljo bombardirajo visokoenergetski partikli iz vesolja ki se imenujejo kozmični žarki. Večino tega sevanje zadrži zemljina atmosfera in magnetno polje Zemlje, toda nekaj kozmičnih žarkov tudi prodre do tal. Intenziteta kozmičnega sevanja narašča z nadmorsko višino, ko npr. letimo z letalom. Tudi zrak postane radioaktiven zaradi kozmičnih žarkov.

➤ Ali smo ljudje tudi radioaktivni?

Ljudje tako kot vsa živa bitja vsebujemo radioaktivni kalij, ki ga tudi uživamo s hrano. Človek vsebuje okoli 0,017 miligramov radioaktivnega kalija. Torej je vsak od nas rahlo radioaktiven.

➤ Kdaj je sevanje najbolj učinkovito?

1. Sevanje, ki nas potencialno ogroža, prihaja od radioaktivnega plina radona ki ga producira uran pod zemljo. Radon vstopa v hiše iz tal (zemlje). Radon je najpogostejši tam, kjer so pod zemljo nahajališča urana.

4. Rentgenski žarki in radioaktivno sevanje v medicini - Tekst

➤ **Uporaba rentgenskih žarkov v medicini?**

Rentgenski žarki se uporabljajo za preiskovanje kosti in tkiva. Vidna svetloba ne more prodreti skozi naše telo, medtem ko je telo za rentgenske žarke prosojno. Tako lahko preiskujemo zlomljeno kost, tumor v telesu ali okvarjen zob.



Na levi zlomljena kost in zdrava na desni [Vir: Dynomed.com]

Druga možnost je zaužiti obrok, ki vsebuje barij, snov ki močno absorbira rentgenske žarke. Tako lahko preiskujemo črevo. Računalniška tomografija sestavi iz mnogih rentgenskih slik tudi trodimenzionalni prikaz našega telesa.

➤ **Kako najdemo tumor s pomočjo radioaktivnosti?**

V kri vbrizgamo radioaktivno snov, ki se skoncentrira v rakastem tkivu. To potemo pazimo z pomočjo posebnih kamer, ki vidijo gama žarke.

➤ **Kako radioaktivnost pomaga pri zdravljenju?**

Ker se rakaste celice delijo hitreje od zdravih, so bolj občutljive za radioaktivnost. Zato radioaktivna snov, ki se skoncentrira v tumorju lahko le-tega uniči, medtem ko ne škodi tako zelo ostalemu tkivu.

5. Druge uporabe radioaktivnosti – Tekst

➤ Uporaba radioaktivnosti v industriji

Jedrska energija se uporablja v jedrskih elektrarnah, ki kot vir toplote izkoriščajo vroče radioaktivne snovi, potem pa delajo elektriko po tem principu kot navadne termoelektrarne.

➤ Uporaba radioaktivnosti v znanosti

Datiranje s pomočjo radioaktivnega ogljika nam meri količino radioaktivnega ogljika v davno odmrlih tkivih. Tako lahko ugotovimo kdaj je žival/rastlina odmrlo. Radioaktivne molekule tudi vsadimo npr. v gene in tako raziskujemo njihovo strukturo.

➤ Uporaba radioaktivnosti v gospodinjstvu

Detektor za dim je naprava, ki nas opozori na nevarnost požara. Vsebuje radioaktivni material, ki pomaga vključiti alarm v prisotnosti dima.

➤ Radioaktivnost v vojski.

Dve **atomske bombe** sta bili uporabljeni v II. Svetovni vojni nad Hirošimo in Nagasakijem. Več kot 200000 ljudi je bilo ubitih Med 1945 in 1995 je bilo izvedenih več kot 2000 testov nuklearnih eksplozij. Danes obstaja nevarnost terorističnih napadov z jedrskim orožjem.

Jedrske podmornice dobijo energijo iz nuklearnega reaktorja, ki je v osnovi podoben sistemu za proizvodnjo elektrike v jedrski elektrarni.

IGRA 4: UČINKI IONIZIRAJOČEGA SEVANJA

Biološki učinki ionizirajočega sevanja - Tekst

➤ **Kako ionizirajoče sevanje prodre v naše telo?**

Alfa žarki lahko preodrejo samo nekaj centimetrov skozi zrak in jih zaustavi že list papirja ter zato ne morejo prodreti skozi kožo. Beta žarki so bolj prodorni, zaustavi jih kos lesa. Gama žarki so najbolj prodorni, prodrejo skozi 10m vode, včasih tudi dlje in prodrejo tudi skozi debele kovinske plošče. Njihova prodornost zavisi od njihove energije.

➤ **Vpliv ionizirajočega sevanja na naše telo**

Človeško telo sestoji iz celic, ki se delijo. Ionizirajoče sevanje lahko pokvari urejenost tega procesa, ker poškoduje npr. naš genetski material.

➤ **Kako opisujemo efekte ionizirajočega sevanja na naše telo?**

Biološki učinek sevanja je odvisen tako od jakosti sevanja kot tudi od njegovega trajanja in gostote. Na primer alfa žarki, ki zelo težko prodirajo skozi naše telo bodo napravili 20x močnejšo ionizacijo kot gama žarki, ki delujejo na večji površini. Obsevanje pljuč je 10x bolj nevarno kot obsevanje kože. Ti efekti vodojo do takoimenovane **efektivne doze**. Enota zanjo je **sievert** z znakom Sv. Bolj pogosto uporabljamo millisievert (1/1000 sieverta) s simbolom mSv.

Zaščita pred sevanjem – Tekst

➤ **Kakšne so nevarnosti izpostavljenosti sevanju?**

Splošna ocena je da oseba, ki prejme 1 sievert sevanja (kot preživeli od atomske bombe v Hirošimi) dobi za 5% povečano možnost, da dobi raka. Tipična letna doza v Evropi od naravnih izvorov je 4,2 sieverta in radioaktivnost povzročena od ljudi je še desetkrat manjša. To statistično pomeni nevarnost 1:3300 zato da dobimo raka od naravnega sevanja in 1:35000 od človeško povzročenega sevanja. Torej je to zanemarljiva nevarnost v primeri z drugimi nevarnostmi da dobimo raka. Statistično je verjetnost za smrt od raka danes 1:4.

➤ **Znak za sevanje**

Sevanja ne moremo občutiti z našimi čutili. Torej moramo biti previdni, kjer vidimo znak spodaj.



Mednarodni znak za radioaktivno sevanje

➤ **Kako zaznamo ionizirajoče sevanje?**

Je več merilnih instrumentov za ionizirajoče sevanje. Na primer fotografski film, ki ga radioaktivnost počrni. Ali pa Geigerjev števec, ki ima cev s plinom. Ionizirajoče sevanje napravi ione v tem plinu kar povzroči električni impulz, ki ga slišimo kot klik. Število klikov je sorazmerno dozi sevanja.

Učinki naravnega in umetno povzročenega ionizirajočega sevanja - Tekst

➤ Viri naravnega sevanja in njihove doze

- **Kozmično sevanje:** Izpostavljenost kozmičnemu sevanju narašča ko se dvigujemo, ker na višjih nadmorskih višinah manj ščiti atmosfera. Kozmično sevanje prispeva 10% celotnega sevanja.
- **Zemeljsko sevanje:** Efektivna doza gama sevanja prihaja od skal pod zemljo in tudi od gradbenega materiala. Zemeljsko sevanje prispeva 14% celotnega sevanja.
- **Človeško telo:** Tudi naše telo je radioaktivno, saj vsebuje radioaktivni kalij. Tako prispeva 12% k celotnega sevanja.
- **Radon:** Je najbolj radioaktiven factor v tem seznamu. Radon prihaja v hiše od spodaj ter prihaja v naša pljuča in nas obseva prav v pljučih, ki so zelo občutljiva. Koncentracija radona je odvisna od geološke podlage in se zelo zmanjša, če imamo okna in vrata odprta. Radon prispeva 51% celotnega sevanja.

➤ Viri umetno povzročenega sevanja in njegove doze

- **Medicinska uporaba:** Največja doza prihaja od rentgenskih žarkov in jedrske medicine. To prispeva 12% celotnega sevanja.
- **Jedrska industrija:** Jedrska industrija prispeva letno 0.02 % celotnega sevanja. Izjema je bila nesreča v černobilu. V povprečju je prispevala za eno dodatno polletno efektivno dozo ljudem bivše Sovjetske zveze in za factor 1000 manj v drugih evropskih državah.
- **Drugo sevanje, ki ga povzroči človek:** Drugo sevanje je minimalno in prispeva 1% celotnega sevanja. Primeri: Letalsko potovanje (0.1%), TV (0.1%), sledi testov atomskih bomb (0.2%), sevanje pri delu (0,25%), itd.