

Veličiny a jednotky používané v radiačnej ochrane

V súvislosti s používaním veličín a jednotiek v radiačnej ochrane často vznikajú nedorozumenia a nejasnosti. Historicky sa jednotky postupne vyvíjali, niektoré zostali v používaní v niektorých krajinách, iné štáty sa pripojili k jednotným medzinárodným štandardom, a tak sa teraz môžeme stretnúť v praxi s oboma systémami a musíme používať prepočty.

O tieto informácie rastie medzi verejnosťou záujem obyčajne v súvislosti s radiačnými udalosťami, kedy sa z médií môžu ľudia dozvedieť o aktuálnej situácii, ale často sú zmätení z pojmov a čísel, lebo im často nedávajú odpoveď na jednoduché otázky: Môžem sa pohybovať vonku? Aj s deťmi? Môžem piť mlieko, jesť zeleninu zo záhrady, zbierať huby?

Takéto odpovede by mali v podobe usmernení prísť od príslušných zdravotných orgánov. Ale aby bežný človek lepšie porozumel predkladaným informáciám, musí sa aj sám snažiť obsiahnuť aspoň základné pojmy súvisiace so žiarením.

Uvádzame základné vysvetlenie pojmov a jednotiek s nimi súvisiacich:

- **Aktivita** sa vzťahuje k **množstvu ionizujúcej radiácie uvoľnenej rádioaktívnym materiálom**. Či už emituje alfa alebo beta častice, gama lúče, Rtg žiarenie alebo neutóny, množstvo rádioaktívneho materiálu je vyjadrené jeho **aktivitou**. Aktivita je počet rádioaktívnych premien v látke za jednotku času. Množstvo rádioaktívnej látky je charakterizované aktivitou. Jednotkou merania aktivity je **curie (Ci)** a **becquerel (Bq)**.
- **Expozícia** vyjadruje **množstvo radiácie prechádzajúcej vzduchom**. Mnoho meračov radiácie meria práve expozíciu. Jednotkami pre expozíciu sú **roentgen (R)** a **coulomb/kilogram (C/kg)**.
- **Absorbovaná dávka** popisuje množstvo radiácie absorbovanej objektom alebo osobou (to znamená **množstvo energie absorbovanej v jednotke hmotnosti ožarovanej látky v určitom mieste**). Jednotky pre absorbovanú dávku sú **radiačná absorbovaná dávka (rad)** a **gray (Gy)**.
- **Dávkový ekvivalent** (alebo efektívna dávka) **kombinuje** množstvo absorbovanej radiácie a **zdravotných účinky príslušného typu radiácie**. Pre beta a gama radiáciu je dávkový ekvivalent rovnaký ako absorbovaná dávka. Oproti tomu dávkový ekvivalent je väčší ako absorbovaná dávka pre alfa a neutrónovú radiáciu, pretože tieto typy žiarenia sú pre ľudské telo oveľa škodlivejšie. Jednotky pre **dávkový ekvivalent** sú **roentgen equivalent man (rem)** a **sievert (Sv)** a biologické dávkové ekvivalenty sú všeobecne merané v 1/1000 rem alebo Sievert (známe ako **mrem** alebo **mSv**).

Pre praktické porovnanie treba vedieť, že rovnaký dávkový ekvivalent obdrží osoba:

- za tri dni života v bežnom prírodnom pozadí,
- za rok strávený pred televíznou obrazovkou,
- za rok nosenia hodínok so svietiacim ciferníkom,
- počas jedného transkontinentálneho letu,
- za jeden rok života v blízkosti jadrovej elektárne.

Vidíme rozdiel medzi fyzikálnymi jednotkami, ktoré popisujú radiáciu emitovanú z rádioaktívneho materiálu (Bq), jednotkami odrážajúcimi rôzne množstvo energie absorbovanej v materiáli (rad, gray) a tými jednotkami, ktoré merajú relatívne biologické poškodenie organizmov (rem, Sv).

Poznať teda iba množstvo absorbovanej energie v organizme nie je dostatočné. Treba vedieť, či ide o alfa častice a neutróny, ktoré organizmus poškodzujú viac alebo beta častice a gama žiarenie.

Otázka by mohla znieť, že bez ohľadu na jednotky aká je dávka žiarenia, ktorá môže vyvolať viditeľné zdravotné následky?

Poznáme hodnoty **prírodného pozadia** na rôznych miestach Zeme, ktoré majú veľkú variáciu, líšia sa 10 až 100 násobne. Napriek tomu nemáme štúdie, že by ľudia z oblastí s vyššími hodnotami trpeli štatisticky významne viac napr. onkologickými ochoreniami.

Na druhej strane vieme povedať, že pri **vysokých dávkach radiácie** sa dostavujú príznaky choroby zo žiarenia a napokon smrť. Možno jasne povedať, že pri hodnotách **500 milisievertov** (mSv) a viac sa začínajú objavovať symptómy choroby zo žiarenia. Z ľudí v Hirošime, ktorí dostali celotelovú dávku od 4 500 mSv, polovica zomrela na akútnu chorobu zo žiarenia. Pre porovnanie, prirodzená dávka z prírodného pozadia je na Slovensku 2,6 mSv.

Treba ešte uviesť, že citlivosť jednotlivých orgánov ľudského tela na žiarenie je tiež rôzna. Medzi najcitlivejšie patria pohlavné orgány a oči.

Rozdiel je tiež, či rovnaká dávka bola obdržaná naraz alebo rozložená na dlhšie časové obdobie. V dlhšom časovom interval má telo možnosť regenerovať a lepšie znášať následky žiarenia.

Základné konverzie:

1 gray (Gy) = 100 rad

1 rad = 10 milligray (mGy)

1 sievert (Sv) = 1,000 millisieverts (mSv) = 1,000,000 microsieveverts (μSv)

1 sievert = 100 rem

1 becquerel (Bq) = 1 count per second (cps)

1 curie = 37,000,000,000 becquerel = 37 Gigabecquerels (GBq)

Pre Rtg a gama žiarenie 1 rad = 1 rem = 10 mSv

Pre neutróny 1 rad = 5 to 20 rem (v závislosti na energetickej hladine) = 50-200 mSv

Pre alfa častice 1 rad = 20 rem = 200 mSv