

Fizikai Szemle

MAGYAR FIZIKAI FOLYÓIRAT

A Fizikai Szemle az Akadémia által 1862-ben elindított Matematikai és Természettudományi Értesítő és az 1891-ben Eötvös Loránd által alapított Matematikai és Physikai Lapok utóda és folytatása

LIV. évfolyam

7. szám

2004. július

SUGÁRVÉDELEM MAGYARORSZÁGON – BEVEZETÉS

Kanyár Béla

Veszprémi Egyetem, Radiokémia Tanszék

Az ELFT Sugárvédelmi Szakcsoport évek óta tervezi a hazai sugárvédelmi tevékenység összefoglalását, hogy elősegítse a közeljövő fontosabb feladatainak megfogalmazását, a hatékonyabb hazai és nemzetközi együttműködést. Ezzel egyben gyarapítható a szakemberek, köztük a sugárzásokat alkalmazók és ilyen kérdések iránt csupán érdeklődők sugárvédelmi ismeretei. A *Fizikai Szemle* ezen tematikus számában öt cikk keretében tekintjük át tevékenységünket és feladatainkat. A következőkben néhány mondatban vázoljuk a sugárvédelmi ismeretek speciális jellegét a természettudományok között és a tervezett témákat.

A sugárvédelem a sugárzások káros hatásainak mérésével, megítélésével, az esetleg fellépő ártalmak megelőzésével, illetve csökkentésével foglalkozik. Ezért a sugárvédelem alapvetően a következő két, egymástól erősen eltérő szakterülethez kapcsolódik:

- a *sugárzások és anyag közötti kölcsönhatás*, azaz elsősorban a sugárzások fizikai, kémiai, biológiai hatásaival (ionizációval, kémiai kötések módosításával, biológiailag fontos molekulák és más képződmények – köztük sejtek, szövetek – károsodásával, élettani funkciók változásával) foglalkozó természettudományi terület,
- *védelmi jellegű terület*, ahol a munkavédelemhez, környezetvédelemhez, egészségvédelemhez stb. hasonlóan elengedhetetlenek a mindennapi gyakorlatban jól használható, jogszabályokban, rendeletekben megfogalmazható, ellenőrzésben alkalmazható eljárások kialakítása, tükrözve az adott technikai, gazdasági és társadalmi körülményeket, az érdekeltek számára elfogadható formában.

A sugárzás és anyag közötti kölcsönhatás a sugárvédelmet annyiban érinti, hogy ezen ismereteken alapul a *sugárzások dozimetriája*, mely a sugárvédelem egyik legfontosabb részét, a dóziskorlátozást és a védelmi intézkedések jogosságát, szükségét alapozza meg, természettudományos igénnyel. A sugárvédelemben használatos a sugárdózis mennyiség, mely az élővilágra gyakorolt hatás szempontjából magában foglalja, figyelembe veszi – ha korlátozott mértékben is – a sugárzás típusát (pl. α -, β -, γ -sugárzás) és energiáját egyaránt. A sugár-

dózis segítségével nem kell minden egyes radionuklidra és tevékenységre külön-külön mérni és megadni a korlátozásra vonatkozó radioaktivitást, vagy/és a sugárzásra vonatkozó más paramétert. Mint látni fogjuk, 3–4 alapvető dózismennyiség, dóziszfogalom elégséges ahhoz, hogy mind a mérés, mind a korlátozás döntő része megfogalmazható legyen a jelen védelmi elvárások, igények mellett.

A sugárvédelemben, mint más szakterületen, a fogalmak, mennyiségek egy része időről-időre módosul az újabb ismeretek, mérési lehetőségek fejlődésével. Az utóbbi évtizedekben ez a változás az átlagosnál gyakoribb volt, és jelenleg még mindig számos félreértés származik belőle. Külső szakember számára az újabb elnevezések, mértékegységek bevezetése esetenként mesterkéltnek tűnik, illetve gyakorlati szempontból elhanyagolható jelentőséggel bír. A legutóbbi nagyobb változást az 1991-ben megjelent ICRP-ajánlások tartalmazzák (ICRP: *International Committee on Radiological Protection*, Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottság). Jelenleg ezen ajánlásokon alapulnak az ENSZ szakosító szervezeteinek (Nemzetközi Atomenergia Ügynökség, Egészségügyi Világszervezet stb.) standardjai, az EU-direktívák és a hazai szabályozás is. Mindezek alapján a következő három, úgynevezett alapvető dózismennyiség használatos a sugárvédelemben:

Elnyelt dózis: a sugárzás révén a tömegegységben elnyelt energia mértéke, egysége a gray (Gy) és $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$ (korábban használatos egysége a rad, $1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$). Ez a dózismennyiség igen általánosan használható, mindenfajta ionizáló (sőt általában nem ionizáló) sugárzásra és elnyelő anyagra – mind élettelenre, mind előre –, kis és nagy dózisoknál egyaránt. Viszont egymagában nem fejezi ki a sugárzás károsító hatását, ezért más mennyiségek bevezetése is szükséges.

Egyenértékdózis: az elnyelt dózis és a sugárzási súlytényező szorzata, számolható mennyiség. A sugárzási súlytényező értéke függ a sugárzás típusától, γ -sugárzásra 1, neutronsugárzásnál energiafüggő. Az egyenértékdózis egysége a sievert (Sv) és csak emberi szervek, illetve szövetek sugárterhelésének jellemzésére használjuk.

Effektív dózis: szintén számolható dózismennyiség, mely az egyes szervek, szövetek egyenértékű dózisának súlyozott összege, és az egész testre jellemző. Az úgynevezett szöveti súlytényezők értéke 1-nél kisebb, összegük 1. Az effektív dózis az egyén egészére vonatkozik, ezért egésztestdózisnak is nevezzük, egysége szintén a sievert (Sv). Mivel a súlytényezőket eddig csak embernél határozták meg, mégpedig a sugárvédelem néhány mSv nagyságú tartományában, ezért ezt a mennyiséget alapvetően csak embernél és viszonylag kis dózisoknál (kb. 1 Sv-ig) használjuk. Természetesen találkozunk az utóbbi két dózismennyiség kiterjesztésével más élőlényekre és nagyobb dózistartományokra egyaránt.

A fenti meghatározások látszólag egyértelműek, de ha például mérési eljárásokat is kell definiálni, akkor újabb problémák merülnek fel, ezért továbbra is használatos a korábbi *dózisegyenérték* mennyiség, igaz, értelmezése kissé módosult. Az emberi dózis meghatározásánál figyelembe kell venni az emberi test sugárszóródó és árnyékoló hatását, különösen, ha az egyes szervek sugárterhelését kell meghatározni. Ekkor nem mindegy, hogy oldalt, vagy előlről történik a besugárzás, vagy az emberi szervezetbe került radioaktív anyag sugárzásából származik a dózis. Mindezekről és a dóziszfogalmak pontosabb értelmezéséről, kiterjesztéséről a későbbiek során több-kevesebb részletességgel olvashatunk.

A *védelmi intézkedéseket* a végrehajthatóság érdekében jogszabályszerűen, egy természettudományos szakember szemszögéből egyértelműen kell megfogalmazni és alkalmazni. Több esetben egy-egy ellentmondás nem oldható fel, és a jogszabály sem fogalmazható meg mindenre kiterjedő következetességgel. Így egyes kérdésekben a sugárvédelem a fizikát művelő olvasó számára elfogadható következetességgel tudja alkalmazni az eredményeket, más esetekben azonban kénytelen kevés és bizonytalan ismeretek alapján dolgozni, döntéseket megalapozni. Egy a jelenleginél következetesebb és egységesebb sugárvédelmi rendszer kialakítása, fejlesztése továbbra is fontos feladat a nemzetközi együttműködésben.

A sorozat első anyagában az ionizáló sugárzásokkal kapcsolatos dózismennyiségek és egységek részletesen szerepelnek az értelmezésükkel együtt, általában definíciószerűen, azaz szakemberek számára (*Csete I.: A sugárvédelemben használatos mennyiségek és azok mérési lehetőségei*).

A védelemmel kapcsolatos sugáralkalmazási korlátozások, teendők elsősorban a sugárzás biológiai, élettani károsító hatásaiból kiindulva tervezhetők. Tudjuk azonban, hogy már egy sejt, de különösképpen egy emberi szervezet meglehetősen bonyolult ahhoz, hogy az egészségkárosító hatást egy számérték, a dózismennyiség alapján megítéljük. Pedig a sugárdózis mérésével, becslésével éppen arra nézve kívánunk tapasztalatot szerezni, hogy mekkora hatás várható hetekkel, hónapokkal, esetleg évekkel később rosszindulatú daganat formájában, hogy a szükséges védelmi intézkedést, akár a gyógyítást a lehető legkorábban elkezdhesük. Miközben – a jelen sugárvédelmi irányzatok döntő többségét követve – a káros hatásokat, az ártalmakat hangsúlyozzuk, ez nem jelenti azt, hogy nem lehetnek olyan körülmények, szempon-



tok, amikor a pozitív hatások fontosak. Igaz, ilyen vizsgálatok, eredmények rendszerint már nem a sugárvédelem területéhez tartoznak. Ezekről a problémákról szól *Köteles Gy.: Biológiai ismeretek és sugárvédelmi szabályozás* című munkája.

A sugárzások védelmi célú, dozimetriai mérése szintén tartalmaz speciális követelményeket a nukleáris mérések széles skáláján belül. A mérőeszközök fejlesztésével és gyártásával kapcsolatos hazai viszonyokat tartalmazza a harmadik munka, *Bäumler E., Deme S., Vincze Á.: A hazai sugárvédelmi műszergyártás múltja és jelene* címmel.

A további munkák közül megemlítjük a nemzetközi és hazai szervezetek állásfoglalását az utóbbi 10 évben szigorított dóziskorlátozásról, a használt dozimetriai mennyiségekről és szabályozásokról. Tervezünk egy munkát a szabályozás módszertanáról, problémáiról általában, a gyakorlati alkalmazhatóság, esetenként a társadalmi elvárások szemszögéből.

A fenti általánosabb anyagok után speciális kérdésekről mutatunk be eredményeket, többek közt az egésztestmérésekről, a sugárvédelem felsőfokú oktatásának helyzetéről (beleértve a továbbképzéseket), az orvosi (röntgen- és izotópdiaosztikai, radioterápiái) sugárterhelésekről, az atomerőműi sugárvédelemről, a személyi dozimetriáról, a környezeti ellenőrzésekről, a radonnal kapcsolatos sugárterhelésekről, a csernobili tapasztalatokról, a nukleáris baleset elhárításáról és a radioaktív hulladékról, annak elhelyezéséről. A sugárvédelem hallatán rendszerint az ionizáló sugárzásokra asszociálunk, pedig az utóbbi évtizedekben egyre nagyobb jelentőséget kapnak a nemionizáló sugárzások (UV-fény, radar, mobiltelefon stb.). Ez utóbbiakról is tervezünk 2–3 átfogó munkát.