

II. sz. FÜGGELÉK

A TÁJÉKOZTÓ DÓZISTELJESÍTMÉNY SZINTEK ALKALMAZÁSA

A II. sz. Függelékben jelző nélkül említett dózisteljesítmény alatt mindig az 1 percre átlagolt pillanatnyi környezeti dózisegyenérték-teljesítményt (IDR) kell érteni.

1. A dózisteljesítmény dilemma

Tegyük fel, hogy egy állandó tartózkodási faktorú védett hely (pl. egy vezérlő) a direkt sugárzás irányába esik. Szokásos módon számolva: a munkaterhelés 1000 Gy/hét, az izocentrum dózisteljesítmény 6 Gy/min. A teljes besugárzási időnek kb. 1/3 része nagy energiájú foton-sugárzás. Irányfaktor $I=0,25$. Az oldalirányú védett helyre, némi kerekítéssel, hetente negyed óráig irányul nagy energiájú foton-sugárzás. Tervezési cél 40 $\mu\text{Sv/hét}$. A tervezési cél akkor is teljesül, ha a vezérlőben hetente negyed órán át 160 $\mu\text{Sv/h}$ dózisteljesítmény lép fel.

Különböző okok miatt a 100 $\mu\text{Sv/h}$ -t meghaladó dózisteljesítmények feltételezésének nincs realitása, azonban az elmúlt évtizedekben néhány esetben létesült olyan gyorsító bunker, ahol a vezérlőben 60-70 $\mu\text{Sv/h}$ körüli intenzitás volt mérhető. A tervektől való eltérés is eredményezett olyan helyzetet, amikor a „legrosszabb eset” beállításban a vezérlőben 100 $\mu\text{Sv/h}$ dózisteljesítményt meghaladó intenzitások léptek fel.

A két vagy három számjegyű dózisteljesítmények erős pszichés hatást váltanak ki. A gyakorlati sugárvédelem általános tapasztalata, hogy az orvosi sugárterhelés és a foglalkozási sugárterhelés meghatározott szituációi kivételével, a sugárzás az emberekben ösztönösen félelmet kelt. A két vagy három számjegyű dózisteljesítmények miatt a munkahelyi nyugtalanságnak olyan állandó, illetve visszatérő forrása keletkezhet, amit új létesítményeknél a tervezett védelemnek az ésszerűség határain belül maradó megerősítésével jobb megelőzni.

A dózisteljesítmény dilemma a következőképpen fogalmazható meg: annak ellenére, hogy demonstrálható, dózisban a munkahely biztonságos, a dózisteljesítmény az érintettekben mégis félelmi reakciókat vált ki.

2. A sugárzás pszichés hatásai

A sugárvédelem alapvető kiadványai a pszichés hatásokkal nem foglalkoznak, holott e hatások fellépése a gyakorlati sugárvédelem számára nyilvánvaló. Az orvosi eseteket leszámítva a félelem fellépése a természetes önvédelmi reakciók köréhez tartozik. Annak érdekében, hogy késedelem nélkül tudjunk reagálni a váratlan kockázatokra, a félelem az ember tudatalattijában „ösztönösen” azonnal keletkezik. Az a tapasztalat, hogy a sugárzástól való félelem, a mélységtől való félelemhez hasonlóan, a mai emberben ösztönösen jelen van. A félelem szorongással, feszültséggel jár, ami rontja az emberek mentális állapotát. A Csernobil és Fukushima után elvégzett megbetegedés vizsgálatok mind arra a következtetésre jutottak, hogy a lakosság körében a katasztrófa miatti stressz és a sugárzástól való félelem több egészségi kárt okozott, mint maga a sugárzás.

Egy sugárterápiás létesítmény vezérlőjében a nagy dózisteljesítmények miatt fellépő

pszichés reakciók természetesen nem hasonlíthatók össze a nukleáris katasztrófák utáni állapotokkal. Azonban az a megállapítás, hogy a sugárzás miatti félelem a mai emberben ösztönösen jelen van, sugárterápiás létesítményekre is érvényes. A fellépő aggodalmakat, szorongást, aminek a mértéke lehet erősen egyéni, nem lehet az asztalról sugárfóbiaként lesöpörni.

A sugárzástól való félelmet természetesen a gondolatok által vezérelt racionális tudat, tehát pl. a sugárzásról való ismeretek is befolyásolják. A sugárvédelmi tanfolyamokon szerzett ismeretek a szorongást oldhatják, de teljesen megszüntetni nem tudják. Az a besugárzás tervező fiatal nő, aki még gyermeket szeretne, vagy éppen gyermeket vár, attól, hogy átfogó sugárvédelmi tanfolyamot végzett, féltve a születendő gyermekét, még nem fog megszabadulni a sugárzás miatti ösztönös szorongásától.

3. A dózisteljesítmény szabályozási célra történő alkalmazása

A dózisteljesítmény mérhető dózismennyiség, ami miatt szabályozási célra történő használatának előnyei nyilvánvalóak. A munkahelyi sugárvédelem szabályozásának alapját a dóziskorlátok és a dózismegszorítás képezi, de gyakorlati sugárvédelmi célokra, nevezetesen tervezési célként, illetve helyszíni sugárvédelmi ellenőrzés céljára a dózisteljesítmény a munkahelyi sugárvédelemben a legtöbb alkalmazási területen általánosan használt dózismennyiség. Dózisteljesítmény szintek alkalmazását általános értelemben nem kell „bevezetni”, mivel azokat általánosan alkalmazzuk.

A sugárterápia kivételével, ahol tervezési segédletek a dózisteljesítmény (IDR) közvetlen alkalmazását nem támogatják. Meg kell említeni azonban, hogy dóziscsökkentési célra történő alkalmazását explicit módon nem tiltják.

4. Tájékoztató dózisteljesítmény szint tervezési célként történő alkalmazása

A tervezési dózisteljesítmény cél alkalmazása válasz arra a közvetlenül érdekeltek részéről megnyilvánuló „társadalmi igény”-re, ami a pszichésen terhelő szintű dózisteljesítmények csökkentésére irányul. Annak érdekében, hogy ez ne vezessen a direkt sugárzás elleni védelem indokolatlan túltervezéshez, tervezési dózisteljesítmény cél csak erős korlátozásokkal alkalmazható. Dózisteljesítmény célokat csak új létesítmények tervezésekor, állandó tartózkodási helyek (pl. vezérlő), illetve a rendszeres munkavégzés helyeinek (pl. szomszédos gyorsító, szimulátor, rendelő), a védelmében, továbbá a konvencionális sugárterápia gyorsítóra és besugárzási helyzeteire lehet alkalmazni.

A szórt és szivárgó sugárzás elleni árnyékolások tervezésénél nincs szükség tervezési dózisteljesítmény célok alkalmazására. A konzervatív tervezési modellek alkalmazásának köszönhetően, a szivárgó sugárzás ellen védett állandó tartózkodási helyeken nem alakulnak ki pszichés reakciókat kiváltó intenzitású sugárzási terek, tehát nem lép fel a „dózisteljesítmény dilemma”.

5. Felvethető kérdések és válaszok

5.1.) *A közvetlenül érdekeltek részéről a dózisteljesítmény csökkentésére irányuló igény elismerhető-e olyan társadalmi szempontnak, amit a sugárvédelem tervezésekor figyelembe lehet venni?*

Válasz. A munkahelyi elégedettség megteremtése, a sugárzás miatti félelmek

megelőzése a sugárterápiás centrumokban van olyan fontos szempont, amit a sugárvédelem optimalásakor egyfajta társadalmi szempontként, az ésszerűség határain belül, figyelembe lehet venni.

5.2.) *Ellentmond-e a sugárvédelem alapelveinek a tervezési dózisteljesítmény célok alkalmazása?*

Válasz.

Indokolás. A mérhető dózisteljesítménnyel történő szabályozás előnyei és munkahelyi nyugtalanság megelőzésében megnyilvánuló haszon felülmúlják a költségnövekedésben megnyilvánuló kárt. Az alkalmazás során felhalmozódott több évtizedes hazai tapasztalatok alapján az ML azt állítja, hogy azok között a szűk keretek között, amelyeket az ML megvon, új létesítmények esetében a dózisteljesítmény szintek tervezési célként történő alkalmazásának több a haszna, mint a kára.

Optimálás. Az ICRP 103 kiadvány sugárvédelmi célra továbbra is (tehát még évtizedekig) fenntartja a dózis-sztochasztikus kockázat lineáris, küszöbdózis nélküli (LNT) modelljének érvényességét. A modell szerint nincsen olyan kis dózis, aminek ne lenne egészségkárosító kockázata, azaz nincsen olyan kicsi dózis, amiből évtizedek múlva ne fejlődhetne ki rák. Az optimálás alapelve a nagyon kis dózisok ésszerű határokig történő folyamatos csökkentését támogatja. Az optimálás alapelve a dóziscsökkentés eszközeként a dózisteljesítmény csökkentést explicit módon se nem támogatja se nem tiltja.

Dóziskorlátok. Az ICRP az ionizáló sugárzások normál üzemi körülmények közötti alkalmazásának szabályozására kizárólag az effektív dózis használatát javasolja és ebből származtatja a közelítően mérhető gyakorlati dózis fogalmakat. Az ICRP ajánlásaiban a szabályozási és a gyakorlati korlátok/határértékek kizárólag a dózisokra vonatkoznak, a dózisteljesítmény megkötése nélkül. Annak következtében ugyanakkor, hogy a dózisteljesítmény közvetlenül mérhető mennyiség és a munkahelyi sugárvédelmi mérések túlnyomó többsége (környezeti) dózis(egyenérték)-teljesítmény mérés, szabályozási célra a dózisteljesítményt minden országban általánosan használják. Ennek használatát nem kell bevezetni, mivel a gyakorlati sugárvédelemben a munkahelyi határértékek túlnyomó többségét közvetlenül mérhető dózisteljesítményben adják meg. A sugárterápia ez alól azért lehet kivétel, mivel ott az árnyékolás kiépítése költséges. A dózistra tervezés következménye a dózisteljesítmény dilemma fellépése, ami maga után vonhatja a dózisteljesítménnyel történő szabályozás igényét. Mivel azonban a dózisteljesítménnyel történő szabályozás dózis oldalról túltervezés, általánosan nem használható, csak nagyon szűk keretek között, amit a ML igyekszik pontosan megadni.

5.3.) *Az alapvető nemzetközi kiadványok szakmai hibának tartják-e a tervezési célon (dózismegszorításon) túlmutató dóziscsökkentést?*

Válasz. Egyik sem tartja szakmai hibának. A nemzetközi tervezési segédletek megemlítik, hogy a sugárvédelem optimalása, az ésszerűen elérhető legalacsonyabb dózistra történő törekvés, a tervezési célnál kisebb dózishoz is vezethet. A tervezési cél nem azonos az ésszerűen elérhető legalacsonyabb dózissal, csupán azt biztosítja, hogy a tervezési cél az ésszerűen elérhető legkisebb dózist ne haladja meg jelentősen.

Azokat a lehetőségeket, amelyek a tervezési dóziscélnál (dózismegszorításnál) kisebb dózisokhoz vezetnek meg lehet vizsgálni. A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség DS 453

„Occupational Radiation Protection” tervezet 3.30 szakasza szerint a sugárvédelmi tervezés kiinduló értéke a dózismegszorítás (tervezési cél), azonban:

„Options predicted to give doses below the dose constraint should be considered further; those predicted to give doses above the dose constraint would normally be rejected.”

5.4.) *A dózisteljesítmény határértékek alkalmazása nem vezet-e indokolatlan túltervezéshez? Mibe kerül ez a társadalomnak? Mennyivel drágítja meg a létesítést?*

Válasz. Költségnövekedés csak a direkt irányokban van. A dózisteljesítmény tervezési célként történő alkalmazása a direkt védelem tervezési cél alapján meghatározott vastagságát mintegy 15-20%-al növeli meg. A direkt védelem vastagítása mintegy (6-7) m³ plusz beton beépítését teszi szükségessé. A bunker árnyékolásának teljes térfogata mintegy 160-180 m³ beton. A vastagítás többlet beton tömege a beépített beton tömegének mintegy huszad-harmincad része, tehát a többletköltség mintegy 3-5 %-os. Az arány tovább zsugorodik, ha az egyéb költségekkel is összehasonlítjuk. Egy gyorsítós projekt teljes költsége legalább 500 millió forint. Egy opcionális, különleges besugárzási technika megvásárlása is sok tízmilliós költség. Ebben az összehasonlításban a vastagítás költségkihatása nem vagy alig éri el a százalékos nagyságrendet.

Gazdasági szempontból tehát kijelenthető, hogy a dózisteljesítmény határértékek alkalmazása a sugárvédelem költségeit, a teljes projekt költségeihez képest, csak kismértékben növeli. Meglévő létesítmény sugárvédelmének megerősítése arányaiban már jóval többbe kerülne, éppen ezért ott a dóziscél az elsődleges szempont, a dózisteljesítmény csökkentése pedig a közvetlenül érintettek, ezen belül elsősorban a sugárterápiás centrum döntésétől függ. A sugárvédelem megerősítésének szükségességéről nem a tervező dönt, aki a projektben csak konzulens lehet.

A haszontalan, indokolatlan túltervezést természetesen el kell kerülni. Az ML szabályozásának alkalmazásával az indokolhatatlan túltervezések elkerülhetők.